



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TELEMETRÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA PUNTO A PUNTO PARA
MONITOREAR LOS DATOS DE UN VEHÍCULO SOLAR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”**

**AMAN PUNGUIL LUIS ALEJANDRO
VILLACRES VEGA ALVARO DAVID**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2019

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-23

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

LUIS ALEJANDRO AMAN PUNGUIL

Titulado:

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TELEMETRÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA PUNTO A PUNTO PARA
MONITOREAR LOS DATOS DE UN VEHÍCULO SOLAR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño MSc.
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo
DIRECTOR

Ing. Javier José Gavilanes Carrión
MIEMBRO

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-23

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ALVARO DAVID VILLACRES VEGA

Titulado:

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TELEMETRÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA PUNTO A PUNTO PARA
MONITOREAR LOS DATOS DE UN VEHÍCULO SOLAR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño MSc.
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo
DIRECTOR

Ing. Javier José Gavilanes Carrión
MIEMBRO

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LUIS ALEJANDRO AMAN PUNGUIL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA PUNTO A PUNTO PARA MONITOREAR LOS DATOS DE UN VEHÍCULO SOLAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de examinación: 2019-01-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo DIRECTOR			
Ing. Javier José Gavilanes Carrión MIEMBRO			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALVARO DAVID VILLACRES VEGA

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA PUNTO A PUNTO PARA MONITOREAR LOS DATOS DE UN VEHÍCULO SOLAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de examinación: 2019-01-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo DIRECTOR			
Ing. Javier José Gavilanes Carrión MIEMBRO			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos – científicos y los resultados de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Luis Alejandro Aman Punguil

Cédula: 1804375382

Alvaro David Villacres Vega

Cédula: 0202412516

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Luis Alejandro Aman Punguil y Alvaro David Villacres Vega, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Luis Alejandro Aman Punguil
Cédula: 1804375382

Alvaro David Villacres Vega
Cédula: 0202412516

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y guiándome por el buen camino para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar, salud y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Luis Alejandro Aman Punguil

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios. Ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres, porque siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona con ejemplo de fortaleza, aguante y perseverancia.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional los cuales estuvieron a mi lado en cada momento difícil y nunca quisieron verme desfallecer.

A mi esposa y a mi querida hija, que siempre estuvieron velando por mí, fueron mi fortaleza en este camino que condujo a la realización de este logro.

Alvaro David Villacres Vega

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis hermanas quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. Por último, a mis compañeros de tesis que gracias a la amistad que se formó logramos llegar hasta el final del camino y al Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo, por la colaboración brindada en todo momento.

Luis Alejandro Aman Punguil

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres por la confianza y apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A mis hermanos quienes con sus consejos me han ayudado a enfrentar los retos que se me han presentado en mi vida, mi esposa mi amada hija que siempre fueron mi gran fortaleza, por ultimo al Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo, y Ing. Javier José Gavilanes Carrión, por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

Alvaro David Villacres Vega

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

Pag.

CAPÍTULO I

1.	MARCO REFERENCIAL	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del Problema.....	2
<i>1.2.1</i>	<i>Formulación del Problema de Investigación.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Delimitación del Problema</i>	<i>3</i>
1.3	Justificación.....	4
<i>1.3.1</i>	<i>Justificación teórica.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Justificación metodológica</i>	<i>4</i>
<i>1.3.3</i>	<i>Justificación práctica.....</i>	<i>4</i>
1.4	Objetivos	5
<i>1.4.1</i>	<i>Objetivo general.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Objetivos específicos:.....</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	La Telemetría	6
<i>2.1.1</i>	<i>Tipos de dispositivos de conexión remota</i>	<i>6</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Equipos de transmisión</i>	<i>7</i>
<i>2.1.3</i>	<i>Sistemas de control por telemetría</i>	<i>12</i>
<i>2.1.3.1</i>	<i>Sistema Scada</i>	<i>14</i>
<i>2.1.4</i>	<i>Aplicaciones de la telemetría</i>	<i>15</i>
<i>2.1.5</i>	<i>Ventajas y desventajas de la transmisión inalámbrica - Telemetría.....</i>	<i>16</i>
<i>2.1.5.1</i>	<i>Ventajas</i>	<i>16</i>
<i>2.1.5.2</i>	<i>Desventajas.....</i>	<i>16</i>
<i>2.1.6</i>	<i>Tipos de Tecnología de transmisión.....</i>	<i>17</i>
2.2	Tecnología punto a punto.....	18

2.2.1	<i>Características</i>	19
2.2.2	<i>Ventajas de las redes punto a punto</i>	19
2.2.3	<i>Desventajas de las redes punto a punto</i>	20
2.3	Tecnología Solar	20
2.3.1	<i>Energía Solar</i>	20
2.3.1.1	<i>Beneficios de la energía solar</i>	22
2.3.1.2	<i>Energía solar en Ecuador</i>	23
2.3.2	<i>Tecnología Solar en automóviles</i>	24
2.3.2.1	<i>Funcionamiento de los vehículos solares</i>	25
2.3.2.2	<i>Partes principales de un vehículo solar</i>	26
2.3.3	<i>Carreras solares</i>	29
2.3.4	<i>Elementos de la telemetría en vehículos solares</i>	31
3	METODOLOGÍA	36
3.1	Esquema investigativo	36
3.2	Enfoque de la investigación	36
3.3	Alcance de la investigación.....	36
3.4	Tipo de investigación	37
3.5	Procesamiento y análisis de información	37
3.5.1	<i>Plan de recolección de información</i>	37
3.5.2	<i>Procedimiento para la información</i>	38
3.5.3	<i>Muestreo experimental</i>	38
CAPÍTULO III		
4	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	41
4.1	Parámetros del diseño	41
4.1.1	<i>Selección de equipos</i>	42
4.1.2	<i>Comunicación Inalámbrica</i>	42
4.1.2.1	<i>Especificaciones Técnicas de XBee “PRO S3B XSC RP-SMA”</i>	42
4.1.2.2	<i>Configuración y Programación de módulo XBee “PRO S3B XSC RP-SMA”</i> . 43	
4.1.3	<i>Transmisor</i>	44
4.1.3.1	<i>Fuente de alimentación y Consumo del Panel de Control</i>	45
4.1.3.2	<i>Especificaciones Técnicas de Modulo Reductor LM2596</i>	46
4.1.3.3	<i>Especificaciones Técnicas de Modulo Sensor de Corriente ACS712 de 30 A</i> . 47	
4.1.3.4	<i>Voltaje de Celdas</i>	48
4.1.3.5	<i>Sensor de Temperatura LM35</i>	50

4.1.3.6	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor de Temperatura LM35</i>	50
4.1.3.7	<i>Sensor de Pulso Cardíaco</i>	51
4.1.3.8	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor de Pulso Cardíaco</i>	51
4.1.3.9	<i>Sensor Digital de Temperatura y Humedad DTH11</i>	51
4.1.3.10	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor de Temperatura DTH11</i>	52
4.1.3.11	<i>Anemómetro</i>	52
4.1.3.12	<i>Sensor de Corriente SEN-SCT-013-000 AC 100A No invasivo</i>	54
4.1.3.13	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor SCT-013-000 AC 100A</i>	56
4.1.3.14	<i>Sensor DS18B20</i>	56
4.1.3.15	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20</i>	58
4.1.3.16	<i>Sensor de efecto HALL</i>	58
4.1.3.17	<i>Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20</i>	59
4.1.3.18	<i>Interfaz HMI</i>	60
4.1.3.19	<i>Pantalla Nextion NX8048T050 5</i>	60
4.1.3.20	<i>Especificaciones Técnicas de Pantalla Nextion NX804</i>	61
4.1.3.21	<i>Arduino Mega 2560</i>	61
4.1.3.22	<i>Especificaciones Técnicas de Arduino Mega 2560</i>	63
4.1.4	Receptor	64
4.2	Variables del diseño	65
4.2.1	Variable independiente	65
4.2.2	Variable dependiente	65
4.3	Diseño del equipo	65
4.4	Etapas de Diseño de Hardware y Software	65
4.4.1	Diseño de PCB	66
4.4.2	Proteus	66
4.4.3	Transmisor	66
4.4.4	Visualización en 3D del Transmisor	67
4.4.5	Receptor	68
4.4.6	Visualización en 3D del Receptor	69
4.5	Pruebas y funcionamiento	69
4.5.1	Resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento del sistema	70
4.5.1.1	<i>Análisis de fiabilidad de los datos</i>	71
4.5.1.2	<i>Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de velocidad</i>	71

<i>4.5.1.3 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura de las baterías</i>	<i>72</i>
<i>4.5.1.4 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura del habitáculo</i>	<i>72</i>
<i>4.5.1.5 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura del ambiente.....</i>	<i>73</i>
<i>4.5.1.6 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de sensor rítmico</i>	<i>73</i>
<i>4.5.1.7 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de carga.....</i>	<i>74</i>
<i>4.5.1.8 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de descarga.....</i>	<i>74</i>
<i>4.5.1.9 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de velocidad del viento</i>	<i>75</i>
<i>4.5.1.10 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de voltaje de baterías.....</i>	<i>75</i>
<i>4.5.1.11 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de Velocidad del prototipo.....</i>	<i>76</i>

CAPÍTULO IV

5 ESTUDIO DE COSTOS	77
5.1 Costos directos	77
5.2 Costos Indirectos	78
5.3 Tasa mínima del proyecto	78
5.4 VAN (Valor Actual Neto).....	79
5.5 Relación Beneficio Costo.....	81
5.6 Periodo Real de Recuperación	81
5.7 TIR	81
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Funciones básicas del sistema SCADA.....	14
Tabla 2.2. Aplicaciones de la Telemetría se mencionan.....	15
Tabla 2.3. Tecnologías Inalámbricas.	17
Tabla 2.4. Ciclos recomendados de descarga	26
Tabla 2.5. Características de un vehículo solar.....	27
Tabla 3.1. Plan de recolección de información.....	38
Tabla 4.1. Especificaciones del sistema electrónico.....	42
Tabla 4.2. Especificaciones técnicas del módulo reductor LM2596.	46
Tabla 4.3. Especificaciones técnicas de sensor de corriente.....	47
Tabla 4.4. Especificaciones del sistema electrónico.....	50
Tabla 4.5. Especificaciones técnicas del sensor de temperatura LM35.....	50
Tabla 4.6. Especificaciones técnicas del sensor de pulso cardiaco.....	51
Tabla 4.7. Especificaciones técnicas del sensor de temperatura DTH11.	52
Tabla 4.8. Especificaciones técnicas del sensor DS18B20.....	57
Tabla 4.9. Especificaciones técnicas del sensor DS18B20.....	58
Tabla 4.10. Especificaciones del sensor de efecto HALL.	59
Tabla 4.11. Especificaciones técnicas de la pantalla Nextion NX904.....	61
Tabla 4.12. Especificaciones técnicas del arduino Mega 2560.	63
Tabla 5.1. Costos directos.....	77
Tabla 5.2. Costos indirectos.....	78
Tabla 5.3. Tasa mínima del proyecto.....	78
Tabla 5.4. Valor Actual Neto.....	80
Tabla 5.5. Relación beneficio costo.....	81
Tabla 5.6. Periodo Real de Recuperación.....	81
Tabla 5.7. Tasa Interna de Retorno.....	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Tipos de dispositivos de conexión remota	7
Figura 2.2. Clasificación de los equipos de medición	8
Figura 2.3. Clasificación de los sistemas de transmisión	9
Figura 2.4. Sistemas de Telemetría con equipos de medición pasivos.....	9
Figura 2.5. Sistemas de Telemetría con equipos de medición activos	10
Figura 2.6. Equipos de una red de Telemetría	10
Figura 2.7. Funciones que ejecuta un sistema de telecontrol	11
Figura 2.8. Sistema de telecontrol típico para un control a distancia	12
Figura 2.9. Componentes de un sistema de telemetría	12
Figura 2.10. Funciones, en tiempo real en los centros de control	13
Figura 2.11. Tecnología punto a punto	18
Figura 2.12. Desventajas de redes punto a punto	20
Figura 2.13. Beneficios de la energía solar.....	23
Figura 2.14. Energía solar en Ecuador.....	24
Figura 2.15. Energía solar en Ecuador.....	25
Figura 3.1. Metodología de la investigación	36
Figura 3.2. Métodos de investigación	37
Figura 4.1. Métodos de investigación.....	41
Figura 4.2. Configuración de módulo XBee.....	44
Figura 4.3. Transmisión inalámbrica	44
Figura 4.4. Diagrama esquemático de la placa electrónica	45
Figura 4.5. Fuente de alimentación y control	45
Figura 4.6. Sensor de corriente	47
Figura 4.7. Divisor de voltaje	49
Figura 4.8. Elementos para el modelado de piezas en 3D.	53
Figura 4.9. Anemómetro	54
Figura 4.10. Sensor SCT-013-030	56
Figura 4.11. Disposición de los sensores	57
Figura 4.12. Sensor efecto HALL.....	59
Figura 4.13. Portada de la Interfaz y monitoreo de sensores	60
Figura 4.14. Arduino Mega	62
Figura 4.15. Esquema de Interfaz	63

Figura 4.16. Diagrama receptor	64
Figura 4.17. Etapas del diseño de hardware y software	65
Figura 4.18. Desarrollo del transmisor	67
Figura 4.19. Visualización en 3D del transmisor	67
Figura 4.20. Ilustración programación del receptor.....	68
Figura 4.21. Esquema de configuración del transmisor	68
Figura 4.22. Visualización en 3d del receptor	69
Figura 4.23. Visualización de datos a tiempo real.....	69
Figura 4.24. Fiabilidad Velocidad	71
Figura 4.25. Fiabilidad Baterías.....	72
Figura 4.26. Fiabilidad Temperatura Habitáculo.....	72
Figura 4.27. Fiabilidad Temperatura Ambiente	73
Figura 4.28. Fiabilidad Sensor Rítmico.....	73
Figura 4.29. Fiabilidad Sistema De Carga.....	74
Figura 4.30. Fiabilidad Sistema De Descarga	74
Figura 4.31. Fiabilidad Velocidad Del Viento.....	75
Figura 4.32. Fiabilidad Voltaje Baterías.....	75
Figura 4.33. Fiabilidad RPM	76

LISTA DE ABREVIATURAS

ANSI	Instituto Nacional de Normas Americanas (American National Standards Institute)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
PVD	Pantalla de Visualización de Datos

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Valores del nivel de confianza.
- Anexo B. Ilustración del ensamble de los equipos
- Anexo C: Esquema eléctrico del sistema
- Anexo D. Esquema eléctrico general
- Anexo E. Datos del esquema a tiempo real

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tecnológica se realiza el estudio del diseño e implementación de un sistema de telemetría utilizando tecnología punto a punto para monitorear los datos del vehículo solar con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento del vehículo solar mediante la utilización de sensores que permitirán verificar parámetros como la velocidad del vehículo solar, RMP del vehículo, temperaturas de las baterías del vehículo solar, voltaje de las baterías del vehículo solar, carga y descarga de los paneles solares, temperatura ambiente, temperatura del habitáculo, humedad, ritmo cardiaco del piloto y la velocidad del viento. La metodología utilizada en el desarrollo de este trabajo de investigación es por medio del sistema “SCADA”, el cual permite visualizar el correcto funcionamiento del vehículo solar en tiempo real. El sistema de control electrónico se desarrolló en Arduino que es un hardware libre el cual se basa en una placa con un microcontrolador que permite establecer el funcionamiento del sistema eléctrico-mecánico. Para la transmisión de datos se utilizó el módulo Xbee que es un módulo de comunicación inalámbrica que permiten la interconexión y comunicación entre dispositivos. La interfaz utilizada en el diseño del sistema es una pantalla Nexion táctil que es amigable para el piloto y los técnicos encargados del monitoreo del vehículo solar en tiempo real. Para determinar la fiabilidad del sistema de telemetría se realizó la toma de 6 ensayos y pruebas experimentales por los 10 parámetros a verificar determinando que los datos son confiables y se comportan de manera normal, existen excepciones en ciertos parámetros como son velocidad, RPM y carga de los paneles solares, estas variaciones son propias de la manipulación del vehículo, que no representan error en el monitoreo de datos. Se concluye que los sistemas de comunicación, monitoreo y control del vehículo solar presentan una fiabilidad del 90 % y cumple con los requerimientos que se encuentran en el reglamento de competición de la carrera Solar de Atacama. Se recomienda para comprobar la fiabilidad del sistema de telemetría se debe realizar la verificación de los datos a cada parámetro de medición.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA INGENIERÍA>, <CONFIABILIDAD>, <TELEMETRÍA>, <SISTEMA SCADA>, <NEXTION>, <INTERFAZ>, <RENTABILIDAD>, <INGENIERIA AUTOMOTRIZ>

ABSTRACT

This research is focused on the design and implementation of a telemetry system using point-to-point technology to monitor the data of the solar vehicle in order to check the correct operation of the solar vehicle by means of sensors that will enable to verify parameters such as solar vehicle speed, vehicle RPM, temperatures of the batteries of the solar vehicle, voltage of the batteries of the solar vehicles, loading and unloading of solar panels, environment temperature, passenger compartment temperature, humidity, pilot heart rate and the wind speed. The methodology followed in the development of this research was the "SCADA" system, which makes possible to visualize the correct functioning of the solar vehicle in real time. The electronic control system was developed in Arduino, a free hardware based on a board with a microcontroller that enables the operation of the electromechanical system. For the transmission of data, it was used the Xbee module, a wireless communication module that enables the interconnection and communication between devices. The interface used in the design of the system is a Nexion Tactile screen due to its compatibility with the pilot and the technicians in charge of monitoring the solar vehicle in real time. In order to determine the reliability of the telemetry system, 6 tests and experimental tests were taken for the 10 parameters to be verified, determining that the data are reliable and behave in a normal way, there are exceptions in certain parameters such as speed, RPM and load of solar panels. These variations are typical of vehicle handling, which do not represent an error in data monitoring. It is concluded that the solar vehicle monitoring and control communication systems have a reliability of 90% and meet the requirements found in the regulations for the competition of the Atacama Solar Race. In order to check the reliability of the telemetry system, it is recommended to verify the data of each measurement parameter.

KEYWORDS:

<TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>, <RELIABILITY>, <TELEMETRY>, <SCADA SYSTEM>, <NEXTION>, <INTERFACE>, <PROFITABILITY>, <AUTOMOTIVE ENGINEERING>.:

INTRODUCCIÓN

La carrera solar de atacama es una competencia en la que participan vehículos solares la cual es realizada en Chile en la que participan distintos equipos provenientes de universidades e institutos del mundo. Esta competencia recorre más de mil quilombearos, hasta la fecha tiene 4 ediciones realizadas. El 30 de septiembre de 2011, once equipos divididos en las categorías “Híbrida” y “Evolución” desafiaron el desierto de Atacama, el más árido del mundo. Luego de 1060 km, el equipo Antakari se coronó como ganador de la categoría “Evolución”, mientras que el equipo Los Andes Mining Parts Team fue el ganador de la categoría “Híbrida”. Hoy en día la telemetría juega un papel fundamental en las distintas modalidades de competencia automovilismo en el mundo la cual permite conocer si el vehículo tiene el balance adecuado para la pista y adecuarse a las características del piloto con el único fin de obtener un mejor rendimiento.

La metodología utilizada en el desarrollo de este trabajo de investigación es por medio del sistema “SCADA”, este sistema nos permitirá verificar el funcionamiento del vehículo solar en tiempo real. Gracias a la presente investigación se implementó el sistema de telemetría en el prototipo del vehículo solar de la carrera de Ingeniería Automotriz el cual nos permitirá verificar las condiciones del vehículo en tiempo real así como también verificar su rendimiento en pista con lo cual se podrá corregir los errores, competir en mejores condiciones tecnología y mejorar el prototipo para futuras competencias solares.

El sistema implementado en el vehículo solar transmite cada dato en un tiempo de 2 milisegundos y tiene una fiabilidad de 90% en 7 parámetros de medición como son temperatura del habitáculo, temperatura ambiente, temperatura de las baterías, voltaje de las baterías, velocidad del viento, descarga del sistema, BMP y 85% de fiabilidad en tres parámetros de medición como son carga de paneles solares, RMP y velocidad.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Desde una perspectiva global la utilización de la telemetría permite a los sistemas que, se encuentran ubicados a grandes distancias sean monitoreados instantáneamente a cerca del comportamiento de sus variables, de esta manera permiten actuar de forma rápida y segura para llevar a cabo una determinada acción que regularice o mejore su actuación, esta, dependiendo de la complejidad del proceso ejecutado.

A nivel mundial y desde una perspectiva conceptual la telemetría existe por la necesidad del hombre de manipular elementos a una determinada distancia, esto se cristaliza con la aparición de los satélites enviados al espacio, el OSCAR-1 (1961), enviaba un solo dato de telemetría la temperatura del módulo, puesto que era necesario monitorear esa parte del satélite (Menéndez, 2015).

Los sistemas actuales muestran mucha sofisticación, en este sentido son una parte muy importante para las actividades relacionadas con los satélites, en una anterior investigación de MICROSAT (1991), se presenta un procesamiento y monitoreo de datos de aproximadamente 60 datos, y los datos de telemetría son enviados cada 10 o 20 segundos, a través de similares canales de usuario y también respetando la forma de la modulación.

Al mencionar la telemetría se puede mencionar su crecimiento en la Fórmula uno, la cual desde sus orígenes ha evolucionado de manera significativa (1980). A pesar de las trabas que impone la normativa internacional normalmente que tienen como finalidad hacer los coches más seguros, no tan solo en dimensionamiento sino más bien disminuyendo sus prestaciones consiguiendo que los vehículos sean menos veloces, pero no se puede dejar un lado la evolución de la tecnología que es una gran contradicción puesto que permite a estos ser cada día más rápidos a pesar de todas esas limitaciones de normativa.

En el Ecuador comenta Arbaiza, (2010), los datos más actuales con las prestaciones de la telemetría se mencionan en CNEL Manabí, que con la inserción en los medidores de energía el mismo que a través de un mecanismo electrónico con una comunicación vía GPRS, se consigue obtener una información verídica y en tiempo real, de los parámetros de corriente, voltaje, energía reactiva y activa, consiguiendo un control más eficiente de los clientes.

De acuerdo al avance tecnológico se torna una necesidad global y nacional, mucho más en la industria automotriz por los requerimientos de seguridad en las unidades, a medida que la tecnología automotriz avanza se ha vuelto innovador el apareamiento de vehículos que funcionen con energía solar de esta manera se ha visto en la necesidad de implementar el sistema de telemetría en el vehículo solar de la carrera de ingeniería automotriz este sistema permitirá obtener medidas en cada momento del vehículo así como de las acciones que realiza el piloto, parámetros como la aceleración, frenado, variación de velocidad, además del estado de los componentes del vehículo de sus partes principales como: motor, transmisión cargas de baterías entre otros.

El presente proyecto tiene como finalidad participar en el evento de atacama por la innovación que este presenta; por su diseño y la construcción del vehículo solar, de esta manera representar a la carrera de ingeniería automotriz la finalidad principal de este sistema es controlar todos los registros que nos proporciona el modulo del motor así como también interpretar las señales y datos que nos proporcionarán los sensores del vehículo de esta manera mejorar su rendimiento y desempeño en la pista o trayecto de competencia.

1.2 Planteamiento del Problema

La Facultad de mecánica cuenta con varios laboratorios y talleres destinados al fortalecimiento teórico práctico en la formación de los profesionales que genera la misma; que aportan al fortalecimiento creativo de los estudiantes y permite participar en eventos tecnológicos a nivel Nacional e Internacional, especialmente en la Carrera de Ingeniería Automotriz, entre las mencionadas competiciones se encuentra la Carrera Solar Atacama

es una competencia entre vehículos solares realizada en Chile; esta es la única en América Latina en esta categoría, en la cual se reúnen equipos provenientes de toda la región con sus pertinentes vehículos solares y recorren el Desierto de Atacama.

Para colaborar en la parte investigativa y tecnológica se ve necesario la participación en el evento mencionado, para lo cual la Carrera de Ingeniería Automotriz ha diseñado un prototipo de un vehículo solar con la ayuda de estudiantes de la institución con el cual se pretende participar en la carrera Solar de Atacama. Como apoyo al monitoreo y control del sistema del vehículo se ve necesario el aporte del diseño, construcción e implementación de un sistema de telemetría utilizando tecnología punto a punto para monitorear los datos de un vehículo solar de la carrera de ingeniería automotriz.

1.2.1 Formulación del Problema de Investigación

¿De qué manera el diseño, construcción e implementación de un sistema de telemetría utilizando tecnología punto a punto permitirá monitorear todos los datos de un vehículo solar de la Carrera de Ingeniería Automotriz?

1.2.2 Delimitación del Problema

Objeto de estudio: Telemetría

Campo de acción: Automotriz

Límite espacial: La presente investigación será realizada en la Carrera de Ingeniería Automotriz, de la ESPOCH, en la provincia de Chimborazo.

Delimitación temporal: La presente investigación se llevará a cabo en el año 2018.

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

El presente trabajo de investigación se justifica plenamente debido a la formación del Ingeniero Automotriz, debido a que cuenta con el conocimiento suficiente para la realización del diseño y construcción de un sistema de telemetría, con la utilización de la tecnología punto a punto, identificando los aspectos teóricos para la implementación y desarrollo del sistema de telemetría y sus aspectos técnicos.

1.3.2 Justificación metodológica

En la descripción metodológica inicialmente se procede a realizar la investigación bibliográfica para identificar el marco teórico reglamentario. La investigación utilizará ésta modalidad que es imprescindible y se acudirá a fuentes bibliográficas con información secundaria conseguidas en libros, revistas, publicaciones, folletos; así también en fuentes de información primaria obtenidas en documentos válidos y confiables, desde una perspectiva deductiva.

Como herramientas metodológicas se utiliza la guía de observación, registro fotográfico, videos, grabaciones de las simulaciones y pruebas del equipo.

1.3.3 Justificación práctica

El trabajo de titulación se justifica en la práctica ya que mediante la implementación y pruebas del funcionamiento del sistema para comparar los beneficios que el sistema proporciona a la unidad solar, también se justifica el aporte de conocimientos en el desarrollo del diseño y construcción del sistema, siendo un aporte significativo al desarrollo tecnológico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y aporte teórico práctico para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz. Con el prototipo se obtienen varias lecturas del funcionamiento del vehículo en tiempo real, así como también las maniobras realizadas por el piloto con lo cual se podrá competir en mejores

condiciones tecnológicas y científicas dejando un precedente de la participación en la competencia Carrera Solar de Atacama.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de telemetría utilizando tecnología punto a punto para monitorear los datos de un vehículo solar de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar un fundamento teórico con información necesaria sobre los sistemas de telemetría y la aplicación en vehículos.
- Seleccionar los equipos de medición, monitoreo, comunicación inalámbrica de control ocupados en telemetría del vehículo solar.
- Diseñar, programar y desarrollar la interfaz hombre máquina (HMI) para el monitoreo de las señales y datos obtenidos por los diferentes sensores que se encuentran en el vehículo solar.
- Realizar pruebas, mediciones experimentales y evaluar el funcionamiento de los sistemas de comunicación, monitoreo y control desarrollados en el prototipo del vehículo solar para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 La Telemetría

A la telemetría se le conoce como “El arte de medir distancias entre entidades lejanas a los que no se puede o no se quiere ir” (Berrones, 2013). También se la puede definir como técnica de medir distancias entre objetos que se encuentran a una distancia determinada, los topógrafos son un ejemplo claro en el cual se valen de la telemetría para sus mediciones. Sistema de medida de distintas magnitudes físicas en partes difícilmente accesibles por el hombre, las mismas que permiten transmitir el efecto de la medición a un asistente lejano: la telemetría permite también como medio práctico controlar reactores nucleares.

La telemetría es una tecnología que consiste en la medición remota de magnitudes físicas y en un futuro también enviar la información hacia una base central o el operador del sistema. Como antecedentes (Berrones, 2013), data que se utilizó se utilizó por primera vez en 1915, en consecuencia de la primera guerra mundial, utilizada por el alemán Khris Osterhein y su compañero el italiano Francisco Javier Sosao para medir a qué distancia se hallaban objetivos de artillería.

2.1.1 Tipos de dispositivos de conexión remota

En la mayoría de los casos o dispositivos de conexión remota en varios de sus aspectos para la medición de sus parámetros requieren de desplazamiento por parte de personal; esta razón puede provocar errores en las lecturas de los datos de estudio o de levantamiento de información, y por ende retraso en el procesamiento de la información o elevados costos en transporte o seguridad de la misma. Ante ello es necesario que personal calificado o entendido en el tema trabajen en la lectura de la información.

Algunos de los dispositivos o procesos factibles de obtener parámetros de medición vía remota se presentan en el siguiente cuadro.

Sistemas de Punto de Venta e Inventarios.
Estaciones meteorológicas (temperatura, humedad, presión, velocidad dirección del viento, etc.).
Parámetros en operación de motores.
Temperatura en edificios de oficinas.
Lectores de nivel (agua, sustancias químicas, etc.).
Lectores de caudal para fluidos.
Parámetros eléctricos en subestaciones.
Nivel de carga en bancos de baterías.
Nivel de diesel en plantas de emergencia.

Figura 2.1. Tipos de dispositivos de conexión remota
Fuente: (García & Espinosa, 2004)

En los últimos tiempos la utilización de la telemetría todo tipo de empresas a nivel mundial optimizan sus operaciones reduciendo el número de horas/hombre, logística y vehículos los mismos que son necesarios para reaprovisionar, controlar y efectuar los respectivos procedimientos industriales. Un aspecto muy importante en el avance tecnológico es el encendido o apagado de máquinas y sistemas, y la activación y desactivación de alarmas de manera automática. (García & Espinosa, 2004)

2.1.2 Equipos de transmisión

Cuando se menciona los medios de transmisión una de las soluciones de mayor importancia menciona García & Espinosa, (2004), que la solución para la medida de parámetros el fundamento primordial en la requisición de datos al equipo remoto. En varios de los casos el equipo remoto tiene la capacidad de transmitir la información

medida, uno de los problemas es que posee la inteligencia necesaria para realizar la comunicación con el principal centro de control.

Con las características expuestas los equipos de medición pueden clasificarse en:

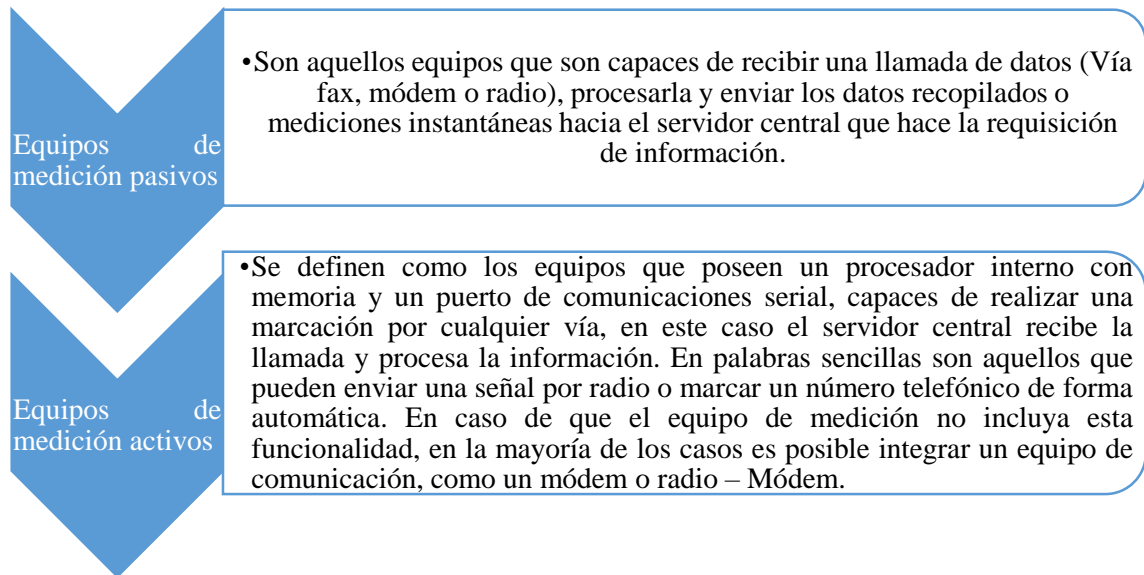


Figura 2.2. Clasificación de los equipos de medición

Fuente: (García & Espinosa, 2004)

En ambos los dos casos mencionados anteriormente la información se centraliza en un servidor principal que recopila los datos y dependiendo de la función y de la aplicación puede tener la capacidad de enviar alarmas ante una situación de alarma.

En la mayoría de casos los equipos de telemetría se utilizan para ubicarlos en lugares de difícil acceso, por ende, la energía eléctrica que es suministrada se provee mediante baterías o celdas solares y por la misma razón el suministro de electricidad es intermitente. Debido a estos escenarios los equipos de transmisión de los datos deben tener un consumo bajo de corriente para con ello ser más eficientes.

La telemetría utiliza elementos en su sistema y se clasifican de la siguiente manera:

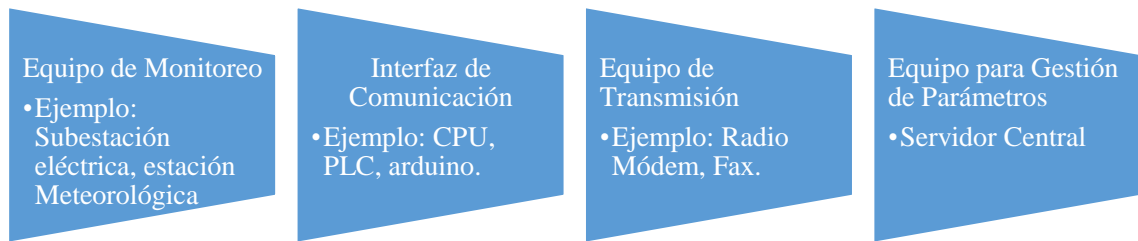


Figura 2.3. Clasificación de los sistemas de transmisión

Fuente: (Llanes, 2014)

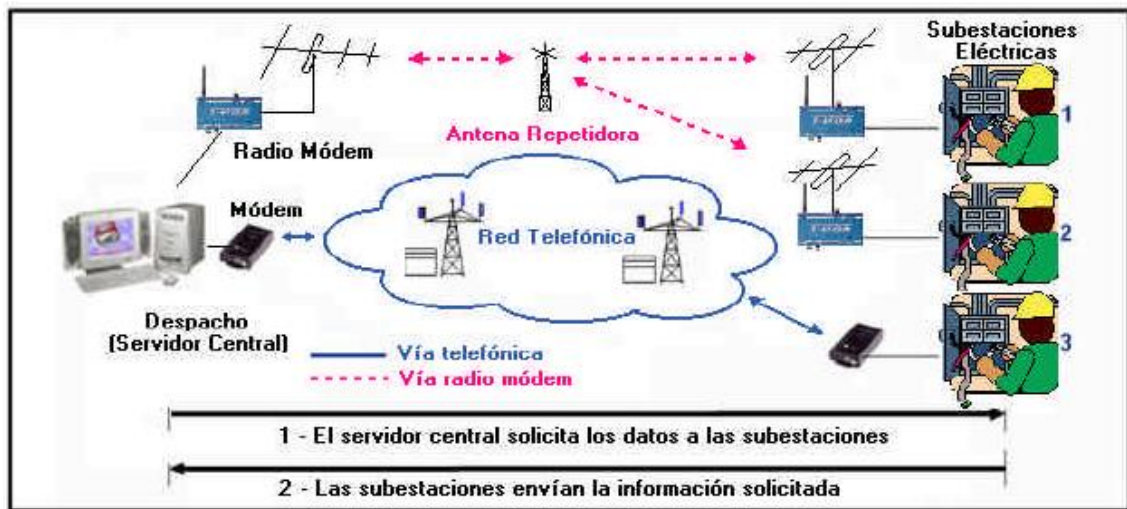


Figura 2.4. Sistemas de Telemetría con equipos de medición pasivos

Fuente: (Llanes, 2014)

En el caso de la figura mostrada figura 2.4. el servidor central solicita la información vía radio o también puede ser por medio de una llamada telefónica de datos; de esta manera no es obligatorio el Interfaz Inteligente de Comunicación.

Existen escenarios para equipos de medición activa los mismos que muestran la siguiente configuración:



Figura 2.5. Sistemas de Telemetría con equipos de medición activos
Fuente: (Llanes, 2014)

En la figura 2.5 se representa el equipo de medición – comunicación (Sensor + CPU) el cual presenta la capacidad de ejecutar llamadas de datos hacia el servidor central, en algunos casos se hace necesario de un dispositivo de Tx/Rx, como un fax, módem o radio, módem (Sensor + CPU + Tx/Rx).

Los equipos que integran una red de telemetría son:

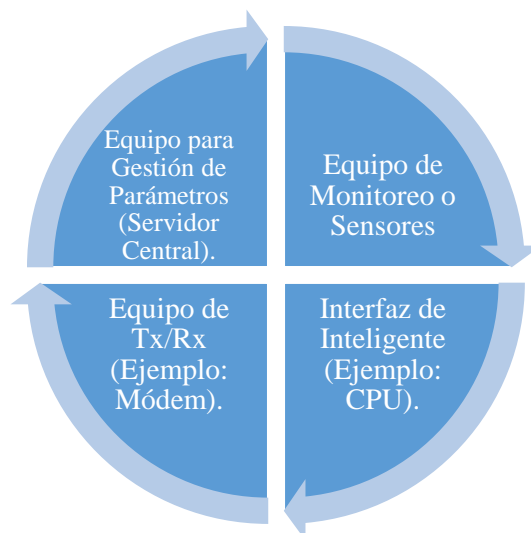


Figura 2.6. Equipos de una red de Telemetría
Fuente: (Llanes, 2014)

El Telecontrol puede aplicarse en varias industrias y en máquinas, compuertas, interruptores y otros tipos de funcionalidades, así como en vehículos. A continuación, se exponen las principales funciones que ejecuta un sistema de Telecontrol.

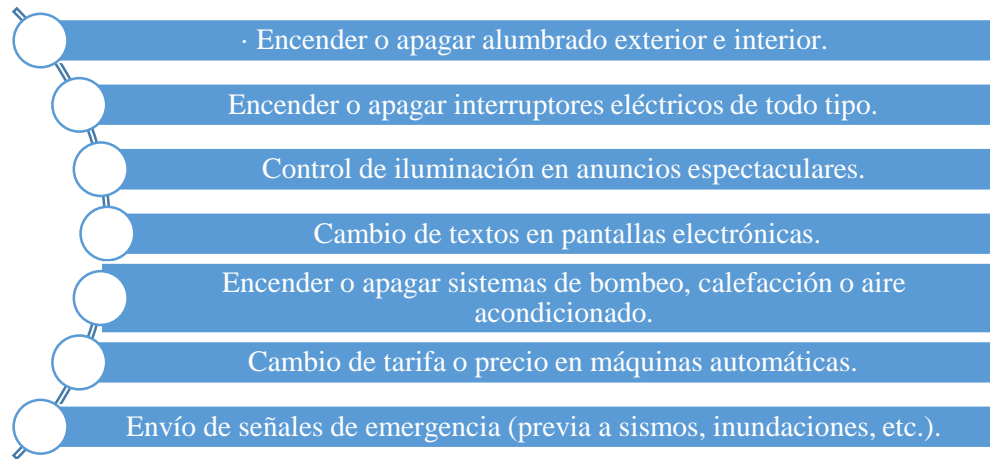


Figura 2.7. Funciones que ejecuta un sistema de telecontrol

Fuente: (Llanes, 2014)

En los últimos años el control automático ha jugado un papel vital en el avance de la tecnología, así como también de la ciencia y de la ingeniería, siendo parte transcendental en los procesos industriales modernos. Debido a los avances científicos, el Telecontrol o Telemetría ofrece la tendencia de mejorar la productividad y de esta manera eliminar traslados rutinarios y repetitivos que repercuten en un ahorro significativo de recursos humanos y también financieros (Llanes, 2014).

El autor Llanes, (2014), menciona que el escenario inicia cuando se solicita que la señal a medir (analógica o digital) sea enviada hacia un servidor central que podrá desplegar la información para que el sistema automáticamente envíe datos con información o una persona analice los datos de encendido o apagado de un mecanismo en el lugar remoto.

En un lugar remoto se requiere de un sistema mínimo y de ciertos elementos únicos para el envío e interpretación de los datos que están involucrados en el sistema; así como para enviar la señal analógica o digital necesaria a los actuadores o interruptores.

Los elementos involucrados en un sistema de telecontrol se clasifican como:

- Sensores Analógicos o Digitales (Ejemplo: Sensor de niveles de voltaje).
- Actuadores (Ejemplo: Reconector eléctrico).

- Equipo de monitoreo y control (Ejemplo: Sistema de Control).
- Equipo de Transmisión Celular (Ejemplo: Módem).
- Equipo para Gestión de Control con software (Servidor Central).



Figura 2.8. Sistema de telecontrol típico para un control a distancia

Fuente: (Llanes, 2014)

2.1.3 Sistemas de control por telemetría

Los sistemas de Telemetría, están relacionados directamente con los sistemas de Telecontrol, y en conjunto se los denomina Sistemas de Supervisión o Gestión, los mismos que se constituyen de elementos de control remoto, equipos de telemetría asociados al Centro de Control e indicadores, así como todos los dispositivos complementarios que se encuentren en las estaciones remotas, como los que se propone utilizar en la investigación en curso (Arbaiza, 2010).

Los componentes básicos de un sistema de Telemetría y Telecontrol son:

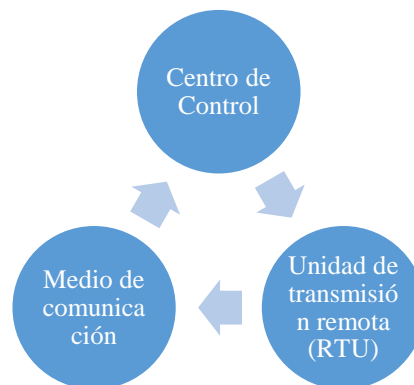


Figura 2.9. Componentes de un sistema de telemetría

Fuente: (Arbaiza, 2010)

a) Centro de control

Los sistemas de Telemetría y Telecontrol tienen como finalidad supervisar determinados dispositivos y también confirmar que esta supervisión se produce de forma adecuada y en todos sus niveles de transmisión.

Los autores García & Espinosa, (2004), que definen como un conjunto de dispositivos, módulos eficaces y con interfaces con los respectivos canales de comunicación que accedan llevar a cabo de manera adecuada las funciones de gestión a esto se le denomina Centro de Control.

En esta definición mencionada anteriormente la palabra “control” implica todo tipo de observación, asociando directamente con los equipos de telemetría al centro de control establecido, así como cualquier punto de conexión complementario que exista en la estación remota para la transmisión de datos. A sus inicios los centros de control solo llevaban a cabo las funciones SCADA, pero con la evolución de la tecnología existen mayores prestaciones para su funcionamiento.

Funciones, en tiempo real, que pueden aparecer incrementadas en los centros de control:



Figura 2.10. Funciones, en tiempo real en los centros de control

Fuente: (Arbaiza, 2010)

Es difícil encontrar en el mercado un centro de control que posea todas estas funciones puestos el interfaz es distinto por ende existen problemas de cooperación entre unas redes y otras, puesto que dependen de los recursos, la filosofía de operación y la estructura de cada empresa de manera independiente.

2.1.3.1 *Sistema Scada*

Cuando se menciona el termino SCADA se trata de aplicaciones software principalmente diseñadas para funcionar sobre ordenadores en el control de producción o control de ciertos tipos de mecanismos complejos, así como monitoreo de vehículos de competencia, de esta manera proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (autómatas programables, controladores autónomos, etc.) y también controlando el proceso automatizado desde la pantalla del ordenador. También este sistema, provee de todos los datos que se genera en el proceso productivo a diversos servidores, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro del sistema conectado: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. (García & Espinosa, 2004)

Como funciones básicas de un SCADA se pueden mencionar en la siguiente tabla:

Tabla 2.1. Funciones básicas del sistema SCADA.

N°	Función prestada por SCADA
1	Adquisición y proceso de datos de la red
2	Diálogo hombre – máquina (MMI: Man – Machine Interface)
3	Archivo histórico de informes
4	Gestión de la base de datos asociada a la red
5	Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
6	Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
7	Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones.

- 8 Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Fuente: (Arbaiza, 2010)

Elaborado por: Autores

2.1.4 Aplicaciones de la telemetría

Por lo general la telemetría se utiliza muchas industrias y en grandes sistemas de transmisión de datos, los más mencionados son: naves espaciales, redes de suministro eléctrico, plantas químicas, redes de suministro de gas y otras compañías de provisión de servicios privados y públicos, debido a que suministra la monitorización de manera automática y el registro de las mediciones, con la finalidad de que el funcionamiento sea seguro y eficiente.

Tabla 2.2. Aplicaciones de la Telemetría se mencionan

Nº	Gráfico	Descripción
1		<p>Monitoreo de nivel en tanques de almacenamiento</p> <p>Monitoreo de nivel en tanques de granos, químicos, gasolinas, agua, aceites u otro producto.</p>
2		<p>Monitoreo de conductividad en pozos de agua</p> <p>Sistema completo para el monitoreo de medición de conductividad eléctrica y su conversión a sólidos disueltos totales sólidos disueltos en pozos de extracción de agua</p>
3		<p>Control Inalámbrico de Encendido y Apagado de Bombas</p> <p>Sistema sencillo, robusto y fácil de operar para el encendido remoto de bombas de agua, motores, arrancadores, etc.</p>

4		<p>Redes de comunicación</p> <p>Redes de comunicación inalámbricas para comunicación de dispositivos remotos en campo, modelamos y diseñamos redes en función de los equipos y condiciones del sitio empleando la tecnología más indicada</p>
5		<p>Monitoreo meteorológico, hidrológico y climatológico</p> <p>Estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas completas y autónomas de grado científico y de propósito general; soluciones completas que incluyen sensores, registro, transmisión y visualización de datos</p>

Fuente: (Ortega, 2018)

Elaborado por: Autores

2.1.5 *Ventajas y desventajas de la transmisión inalámbrica - Telemetría*

2.1.5.1 *Ventajas*

- Solución de sencilla implantación y que requiere poco consumo de energía.
- Reducción
- de costos de mantenimiento: La sencillez de la solución y la robustez de los
- equipos, repercuten en una reducción en el coste del mantenimiento.
- Gran maniobrabilidad del dispositivo de comunicación.
- Se facilita el manejo de los dispositivos al no existir cables. (Mora & Cruz, 2007)

2.1.5.2 *Desventajas*

- La comunicación inalámbrica podría llegar a ser más lenta que una cableada, esto
- depende de cómo se comparta la frecuencia.
- Por ser una conexión inalámbrica cualquiera puede robar la frecuencia para la

- conexión.
- Tiene mayor probabilidad de error.
- Retraso en la recepción de información.
- El canal es vulnerable a intrusiones. (Mora & Cruz, 2007)

2.1.6 Tipos de Tecnología de transmisión

Es necesario seleccionar el tipo de comunicación y también evidenciar sus características técnicas y las prestaciones que estas representan, es necesario seleccionar que tecnología se encuentra disponible en el mercado y que esta cumpla con los requerimientos necesarios para el proyecto.

Los autores Mora & Cruz, (2007), mencionan las principales tecnologías inalámbricas que se encuentran en el mercado dando una descripción de las principales características estas permiten ver las más óptimas y seleccionar así la tecnología que cumpliera con los requerimientos necesarios para poder desarrollar el enlace de comunicación, estos requerimientos son:

Tabla 2.3. Tecnologías Inalámbricas.

Características	IrDA(Infrarrojo)	Bluetooth	WIFI	Celular	Radio Modems
Alcance	10 metros (Direccional)	10-100 metros	50 metros	Red celular	Hasta 40 millas (64 Km)
Sensibilidad de recepción	(Óptica)	-70 dBm	2 Mbps: -90 dBm (Típica) 11 Mbps: -84 dBm (Típica)	-123 dBm	-114 dBm
Interfaz Soportada	Única	USB, PCI	USB, PCI	Serial, Usb,	Serial, Usb, Ethernet
Velocidad de transmisión	Hasta 4 Mbps	Hasta 1 Mbps	1 a 11 Mbps	Hasta 38.4 Kbps	Hasta 115.2 Kbps
Banda de frecuencia	10 THz	2.4 GHz	2.4 GHz	869-894 MHz	902-928 Mhz & 2.4 GHz
Desventajas	Línea de Vista Únicamente,	Rangos Cortos,	Rangos Cortos,	Mercado para el	Limitada Capacidad en

	No Multipunto	Software Complejo	Consumo de Energía Software Complejo	Acceso al Dispositivo Remoto, Cobertura Nacional	el Soporte de Redes Simultaneas
Ventajas	Bajo precio, Alta Velocidad	Múltiples Vendedores Plug-andplay	Múltiples vendedores, Alta Velocidad	Línea de Vista Únicamente, No Multipunto	Largas Distancias, Bajos Precios, Baja Energía, Desarrollo en Sistemas de Redes y Seguridad.

Fuente: (Mora & Cruz, 2007)

Elaborado por: Autores

2.2 Tecnología punto a punto

Relacionando el tema de tecnología punto a punto se hace referencia a una red en el cual toda la comunicación se produce entre dos puntos, y sólo entre éstos. El caso de estudio se presenta esta conexión de manera inalámbrica entre una pantalla de visualización de datos y un vehículo solar.

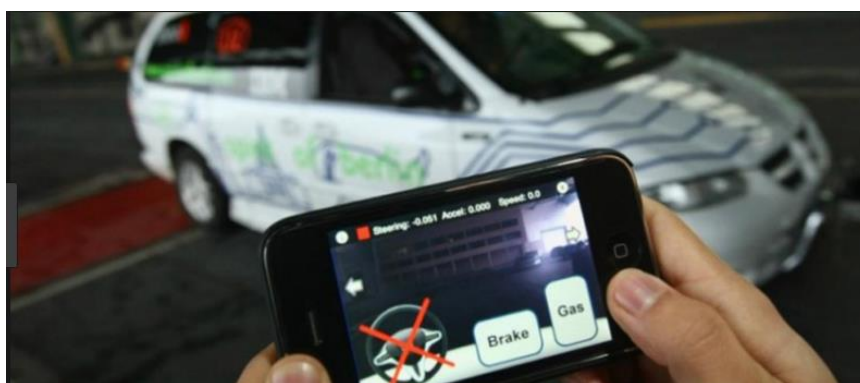


Figura 2.11. Tecnología punto a punto

Fuente: (Arbaiza, 2010)

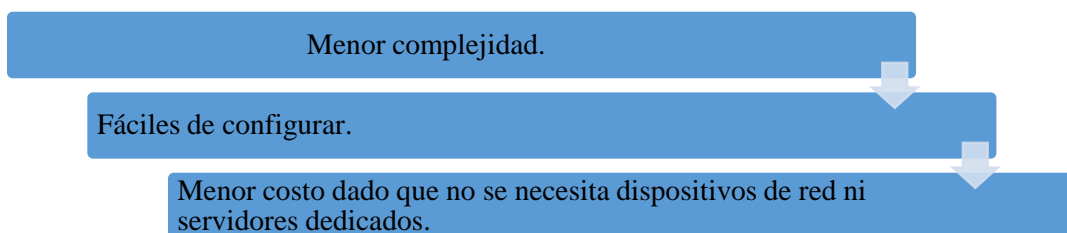
Las redes punto a punto son correspondientemente fáciles de operar e instalar. A medida que las redes crecen proyectivamente, las relaciones punto a punto se tornan más difíciles

de operar y coordinar. Su eficiencia decrece rápidamente a medida que la cantidad de dispositivos en la red aumenta (Armijos, 2017).

2.2.1 Características

- Se utiliza en redes de largo alcance (WAN).
- Las estaciones adoptan sólo los mensajes que les conceden los nodos de la red. Estos preliminarmente idéntica a la estación receptora a partir de la dirección de destino de la información.
- Los algoritmos de encaminamiento en algunas ocasiones son complejos, y el control de errores de los nodos se realiza en intermedios además de los extremos.
- Los retardos de la información se deben al tránsito de los mensajes a través de los nodos intermedios que dificultan el proceso.
- La conexión entre los nodos se puede realizar con uno o varios sistemas de transmisión de la información de diferente velocidad, trabajando en paralelo.
- La conexión extrema a extremo se realiza a través de los nodos intermedios, por lo que depende de si este es fiable.
- La seguridad es inherente en estas funciones transmisión ya que es directamente proporcional a la propia estructura en malla de la red. (Armijos, 2017).

2.2.2 Ventajas de las redes punto a punto



2.2.3 Desventajas de las redes punto a punto

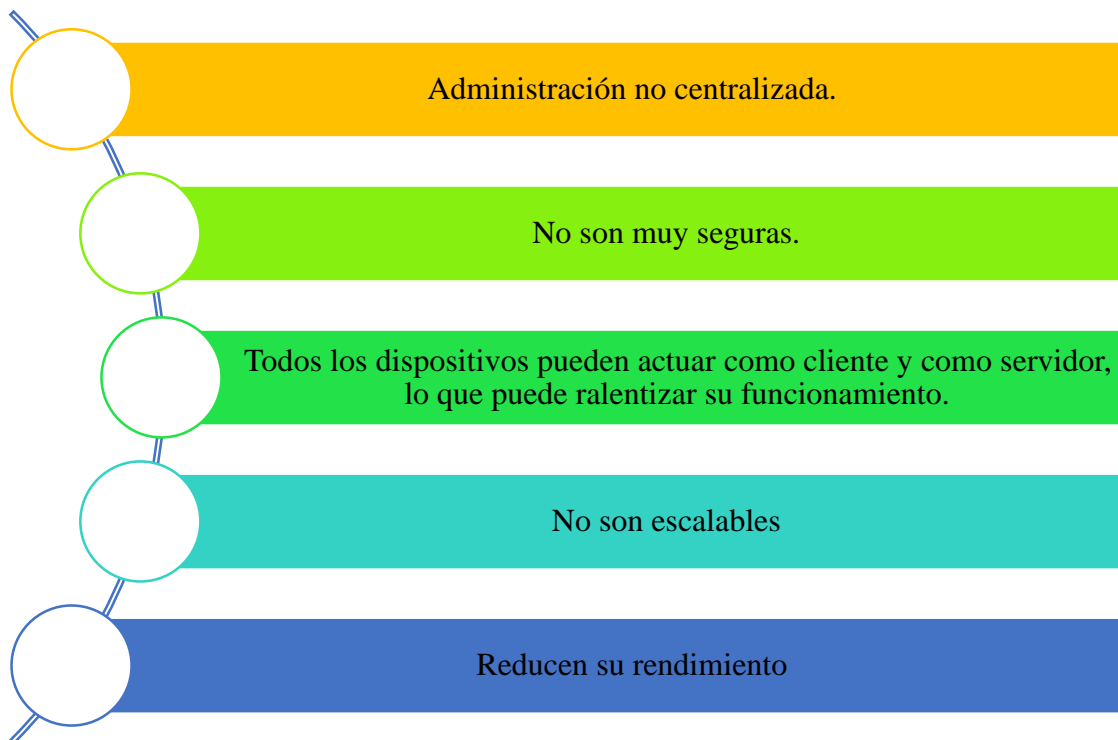


Figura 2.12. Desventajas de redes punto a punto
Fuente: (Arbaiza, 2010)

2.3 Tecnología Solar

2.3.1 Energía Solar

Al realizar un aporte a la investigación de Armijos, (2017), y realizar la implementación en dicha tecnología solar vehicular la referencia conceptual del autor se hace relevante en la cual comenta que la energía solar es recolectada a partir de la luz y el calor provenientes del Sol. Al fenómeno se ejemplariza con la absorción de la irradiación mediante dispositivos ópticos.

A esta tecnología, y por medio de ella la implícita generación de energía se le conoce como energía renovable, también conocido como limpia o energía verde. Es de conocimiento también que, los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil son un residuo

contaminante que no se puede reciclar de buena manera y su reproceso se hace difícil, se torna un factor negativo de este sistema. (Armijos, 2017)

Al tener en cuenta el área de la corteza terrestre, se estima que la potencia en la superficie terrestre es de 1.73×10^{17} W, con esa tasa la energía solar es de 5.46×10^{24} J. Vergara, Pedro Pablo, et al. (2014).

En la revista Energías renovables, (2018), comenta que la superficie terrestre recibe 120.000 terawatios de irradiación solar, esto significa que “20.000 veces más potencia de la que necesita el planeta al completo”. También como aporte a este enunciado el optimismo depositado en este tipo de energía, la Unión of Concerned Scientists sostiene que, con sólo 18 días de irradiación solar en el planeta, representa una similar cantidad de energía que la acumulada por todas las reservas en el planeta de elementos como carbón, petróleo, gas natural, entre otras.

La energía solar es aquella energía que es producida por la luz –energía fotovoltaica- o también por la reacción del calor del sol –termo solar- para la generación o producción de electricidad y también de calor. Esta fuente es renovable e inagotable, pues procede del sol, y su medio de obtención es por medio de paneles y espejos que son construidos específicamente con el propósito de convertir esta energía y de la misma manera ser asimilada y utilizada de la mejor manera. (Energíasrenovables, 2018)

Las células solares fotovoltaicas provenientes de los rayos solares son los que convierten la luz del sol directamente en electricidad mediante un efecto comúnmente conocido como fotoeléctrico, por el cual materiales especiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y estos liberan electrones, creando una corriente eléctrica. Desde otro punto de vista, los colectores solares térmicos utilizan paneles o espejos para concentrar y absorber de los rayos del sol, transferirlo a un fluido el cual posteriormente se conduce por tuberías con la finalidad de ser aprovechado en edificios, vehículos e instalaciones. (Energíasrenovables, 2018)

2.3.1.1 *Beneficios de la energía solar*

Son numerosos los beneficios de la energía solar que la sitúan como una de las más prometedoras y rentables del mundo. Los aspectos principales a considerar son: renovable, no contaminante y disponible en todo el planeta disponible para ser aprovechada, y contribuye a la generación de empleo en las zonas en que se implanta y al desarrollo sostenible. (Energías renovables, 2018)

Indistintamente de su implementación, la simplicidad de esta tecnología la convierte en idónea para su utilización en puntos aislados de red, zonas de difícil acceso como zonas rurales, en donde se ha promovido diversos proyectos para facilitar el autoabastecimiento eléctrico en varios puntos del mundo. La energía solar también es ventajosa para generar electricidad a gran escala e introducirla en red, en especial en zonas geográficas cuya meteorología suministre abundantes horas de sol en el año.

Si hablamos del mantenimiento los módulos de captación solar requieren de un mantenimiento respectivamente sencillo lo que, unido a la acelerada disminución del coste de las células fotovoltaicas, entendidos en la materia explican las favorables perspectivas existentes en este momento para la tecnología solar. Las plantas solares, también, son extremadamente silenciosas y no emiten gases contaminantes.

Para continuar mencionando los beneficios de la energía solar es que nace del sol es su condición de generadora de riqueza local, y su establecimiento en un país o en una región disminuye la dependencia energética de otros países y su respectivo consumo energético, pues también es cierto que la energía solar o la eólica es intermitente, esto es, directamente dependiente de la meteorología o del factor principal que son los ciclos día-noche, el rápido avance desarrollado por las tecnologías de almacenamiento eléctrico va a disminuir más la circunstancia e incrementar la intervención de este tipo de energías en el sistema energético de los paises a nivel mundial. (Contandriopoulos, et al. 1991).

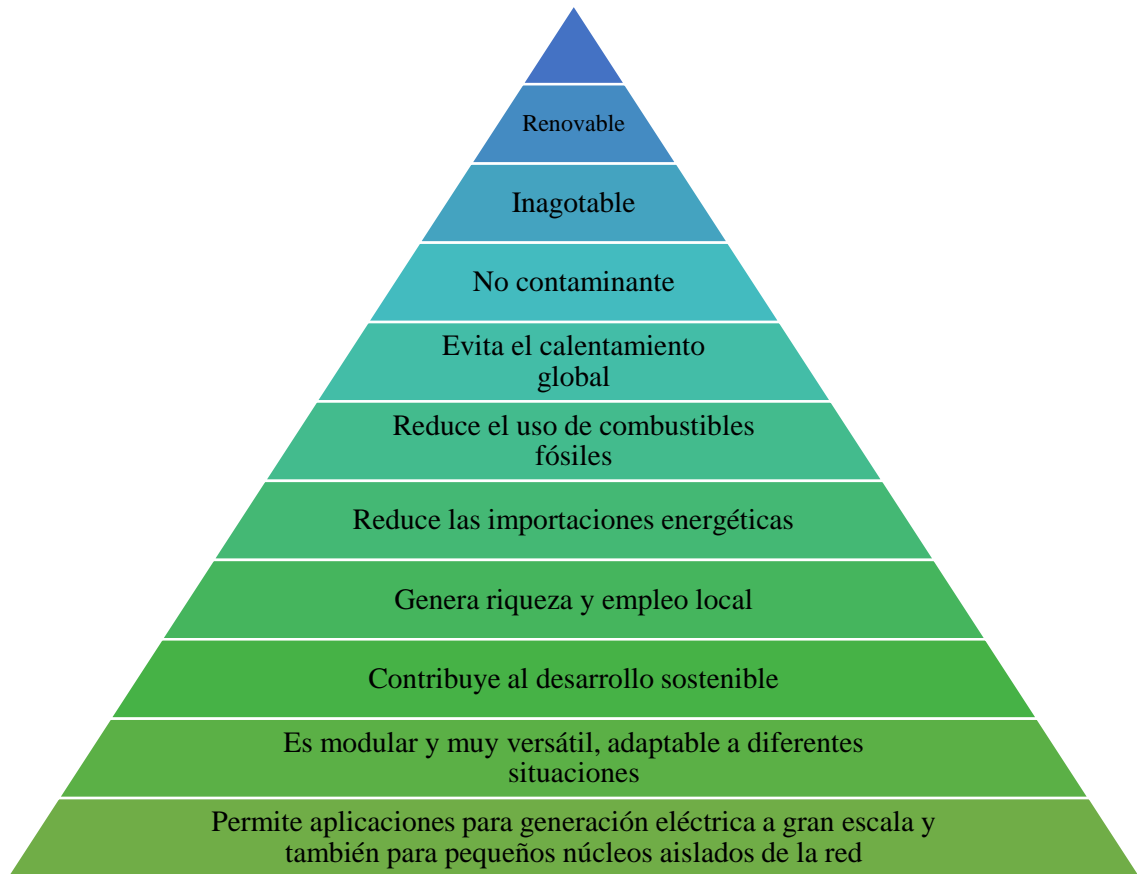


Figura 2.13. Beneficios de la energía solar
Fuente: (Contandriopoulos, et al. 1991).

2.3.1.2 *Energía solar en Ecuador*

Un estudio realizado por El Universo (2017), La energía solar camina a paso muy lento en Ecuador. Aunque esta energía es una fuente proveedora de funcionamiento muy eficiente. El máster en Energía y Medio Ambiente y gerente de Proyectos de Fundación Cerro Verde, Édgar López Moncayo, señala que según el informe de Balance Nacional de Energía, que se realizó en septiembre del 2016 y elaborado por la de este país, la oferta de energía eléctrica, fijada por su potencia nominal generada por fuentes renovables, la constituían: biomasa 1,96 %; fotovoltaica 0,36 %; hidroelectricidad 49,82 %; eólico 0,29 %; biogás y el 57,54 % corresponde a fuentes que usan combustibles fósiles.

López Moncayo también menciona que los sistemas fotovoltaicos instalados en el Ecuador, por estar este país en la mitad del mundo, se benefician por la posición geográfica, la radiación solar es constante durante todo el año, aunque no es constante en

toda su geografía. Esto ha permitido que se soliciten concesiones a 15 sistemas o granjas solares en diferentes lugares del país, distribuidos tanto en la Costa como en la Sierra, de acuerdo al informe Conelec 2013. (EL UNIVERSO, 2017)

Los sistemas fotovoltaicos tienen muchas aplicaciones especialmente en el Ecuador: para iluminación pública, sistemas de control remoto, sistemas de GPS, sistemas autónomos de señalización, cámaras de vigilancia, energización garantizada para procesos críticos como servidores y computadores, energía gratuita para carros eléctricos de la cual se está hablando en esta investigación, cogeneración eléctrica en todos los tamaños.



Figura 2.14. Energía solar en Ecuador
Fuente: (EL UNIVERSO, 2017).

2.3.2 Tecnología Solar en automóviles

Los vehículos solares, su principal funcionamiento principal es un motor eléctrico que obtienen la energía para su funcionamiento a partir de paneles solares instalados por toda la superficie de su carrocería (Viso, 2017).

Las celdas solares instaladas en estos vehículos convierten la energía solar en electricidad que puede ser bien utilizada directamente en el motor o almacenada en baterías que desde el punto de vista tradicional, los coches solares se conocen por su escasa autonomía, debida en parte al problema de mejorar la eficiencia de las placas solares y minimizar su resistencia aerodinámica por su diseño.

2.3.2.1 Funcionamiento de los vehículos solares

El concepto generalizado de un vehículo solar es que absorbe energía solar gracias a los paneles instalados en toda la superficie, y esta se transforma en energía eléctrica que se almacena en unas baterías adecuadas para este sistema. Esa energía eléctrica acumulada en las baterías es la que alimenta el motor del vehículo, igual que en cualquier otro tipo de vehículo eléctrico.

A continuación, se esquematiza el funcionamiento general de un sistema solar.

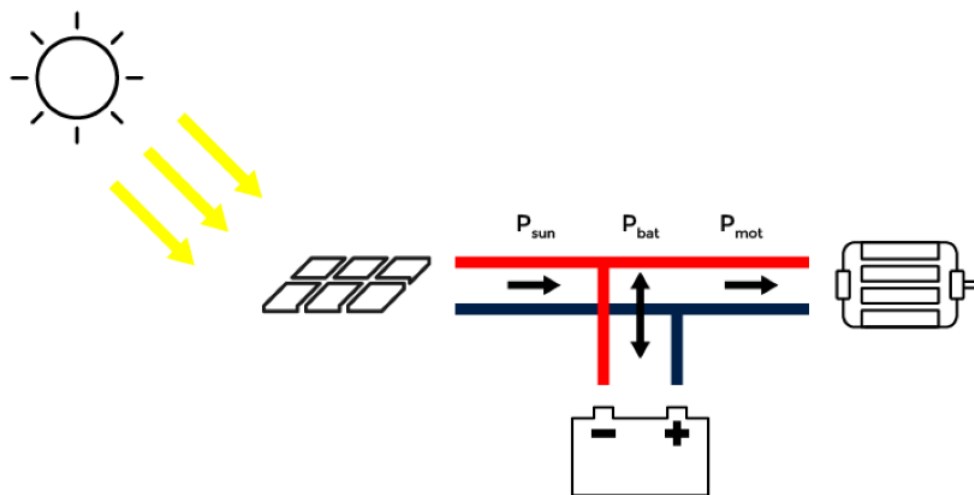


Figura 2.15. Energía solar en Ecuador
Fuente: (Viso, 2017).

Es necesario mencionar también la conjetura que pone en duda la viabilidad de un vehículo solar dependiente al 100% de la energía solar, por varios motivos. Uno de los que se puede mencionar es que la eficiencia energética de los paneles solares es reducida por razones de que la célula solar fotovoltaica más desarrollada tecnológicamente; y eficiente que existe supera el 26%, y se pretende que se alcance el 29% en años posteriores, por los avances de la tecnología automotriz (Viso, 2017).

En base a la revista *Tecvolución*, y comentada por el autor Viso, (2017), se puede comentar que la barrera a romper es que falta una superficie muy grande de paneles solares y consecuentemente muy eficientes con la finalidad de cargar las baterías solares que se encuentran en el vehículo. En el interior del vehículo al analizar el motor eléctrico

a comparación con otro motor de combustión se puede decir que es más eficiente, pero en este caso (con el origen solar de la electricidad) y al hablar de la cantidad de energía liberada por cada kilogramo de combustible, se cuenta con la desventaja del potencial energético por unidad de masa, muy superior en las opciones de gasolina o diésel.

La duración de una batería solar depende mucho de la profundidad de los ciclos, una recomendación para optimizar las baterías es no dejar que se descarguen más del 50 %.

Tabla 2.4. Ciclos recomendados de descarga

Ilustración	% de descarga	Ciclos
	25	22000
	50	1000
	75	550
	100	325

Fuente: (Viso, 2017).

Elaborado por: Autores

Un aspecto que se debe considerar también es la dependencia del sol para recargar las baterías de almacenamiento. Resulta una barrera a romper, pero dependiendo del país y la latitud y otras características será la capacidad de carga real de la batería, en el día a día, de estos vehículos considerando que no cuenten con otro medio para cargar la batería, así como puede ser un enchufe tradicional para la carga y posterior almacenamiento de energía.




Es realmente increíble los beneficios de este tipo de energías alternativas puesto que si se dispone de un coche ecológico alimentado por energía solar es atractiva por múltiples motivos como la sostenibilidad, y apoya la regularidad de la economía circular y respeto al medio ambiente y la innovación, la mejor aplicación de la energía solar al automóvil es la de ser simplemente una fuente de energía complementaria para alimentar sistemas de su funcionamiento; el climatizador, las luces o el sistema multimedia. (Viso, 2017).

2.3.2.2 Partes principales de un vehículo solar

Las principales partes involucradas en el funcionamiento de un vehículo solar se pueden visualizar en la tabla siguiente:

Tabla 2.5. Características de un vehículo solar

N°	Sistema	Ilustración	Descripción
1	Cabina del piloto		Por lo general contiene un solo asiento, aunque unos pocos automóviles también tienen un segundo asiento. Tienen algunos de los elementos comunes a cualquier automóvil, como frenos, acelerador, intermitentes, espejos traseros (o cámara), ventilación, y a veces control de velocidad.
2	Sistema eléctrico		Las baterías igual que el depósito de combustible en un automóvil normal como almacenamiento de energía para uso futuro. Los automóviles solares usan diversos tipos de baterías, incluyendo plomo, níquel-cadmio, y litio. Las baterías de plomo son más económicas y más fáciles de operar, pero la relación potencia/peso es mala. Típicamente, los automóviles solares usan voltajes entre 75 y 170 V.
3	Tren de transmisión		<p>El motor eléctrico mueve normalmente una sola rueda (generalmente en la parte trasera) debido a la baja potencia necesaria. Los motores de los automóviles solares tienen generalmente entre 2 y 5 CV (1 a 3 kW)</p> <p>Hay tres tipos básicos de transmisión usados en los automóviles solares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión directa con una sola reducción • Transmisión por correa de relación variable • Transmisión directa

4	Sistemas mecánicos		<p>Se usan titanio y compuestos para asegurar una buena relación rigidez/peso. Los automóviles solares tienen generalmente tres ruedas, poseen un amplio rango de suspensiones debido a la variedad de carrocerías y chasis. La suspensión delantera más usada es la de doble brazo articulado. Los frenos más usados son los de disco debido a buena capacidad de frenado y ajuste.</p>
5	Paneles solares		<p>Los paneles solares constan de cientos de células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad. Los automóviles pueden usar una variedad de tecnologías de células, frecuentemente de silicio poli cristalino, silicio mono cristalino, o arseniuro de galio. Las células se conectan en cadena que luego se conectan entre sí para formar un panel. La potencia producida por el panel solar depende de las condiciones meteorológicas, la posición del sol y la capacidad del panel.</p>
6	Carrocería y chasis		<p>Los automóviles solares tienen formas muy especiales y no hay normas establecidas de diseño. Se trata de minimizar la resistencia del aire, maximizar la exposición al sol, minimizar el peso y hacer los vehículos lo más seguros posibles.</p> <p>En los diseños de chasis el propósito es maximizar la rigidez y la seguridad mientras se mantiene el peso lo más bajo posible. Hay tres tipos de chasis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura espacial • Semi-monocasco • Monocasco

Fuente: (Pathfinder, 2017).

Elaborado por: Autores

Telemetría en automóviles solares

Es una de los últimos avances tecnológicos para sistemas de transmisión real de datos, y se realiza para optimizar la utilización de la energía es de suma importancia en una carrera de automóviles solares. Por esta razón, es muy importante monitorizar consumo de energía, la velocidad, energía cargada a través del panel solar, entre otros. Algunos dispositivos emplean telemetría que automáticamente observa y registra la información sobre el automóvil en tiempo real. (Pathfinder, 2017).

El autor Pathfinder, (2017), menciona que lo más común en los tiempos actuales en cuanto a la aplicación de la telemetría en vehículos solares es para las carreras o competencias de este tipo para lo cual la estrategia empleada depende de las reglas y condiciones de la carrera. Si hablamos de carreras estas suelen tener un punto inicial de salida y llegada al que se debe avanzar en el menor tiempo posible.

En este caso es necesario la telemetría debido a que la resistencia del aire aumenta con la velocidad, la energía también incrementa exponencialmente. Por tanto, la mejor estrategia es viajar a velocidad uniforme. Debido a la variedad de condiciones en las carreras y el limitado aporte de energía, los automóviles utilizan software que permita conocer la velocidad a la que debería viajar el automóvil y planificar de mejor manera su desempeño operacional. (Pathfinder, 2017).

2.3.3 Carreras solares

Como mencionamos en citados anteriores la industria más aplicativa de la telemetría y la industria automotriz a momento son las carreras solares por ende se conoce que dos de las carreras más importantes son North American Solar Challenge y World Solar Challenge. Para las cuales participan gran variedad de equipos profesionales y universitarios.

Para detallar las características de las carreras solares comenta Pathfinder, (2017), que los equipos profesionales participan en la camarina en la cual dan a conocer los equipos de diseño y a la vez la experiencia trabajando con fuentes de energía alternativas y materiales

avanzados (aunque ciertas personas consideran como un ejercicio de relaciones públicas su participación). Las compañías que promocionan los equipos solares son General Motors y Honda. Por ser una competencia abierta compiten equipos universitarios en la carrera porque trabajan con tecnología de materiales ambientales y les da experiencia diseñando automóviles de avanzada tecnología y más avanzados. Las agencias que patrocinan a estas carreras son US Departamento de Energía que están interesados en fomentar las fuentes de energía renovables.

Hay carreras como Suzuka, Phaethon, y la World Solar Rally. Suzuka es una carrera anual en Japón y Peatón era parte de la Olimpiada Cultural en Grecia antes de las olimpiadas del 2004. La más importante es el World Solar Challenge en donde las etapas de la carrera atraviesan varios países y muy remotos. Los automóviles requieren equipos de soporte intensivo y profesional en sus equipos en especial en el motor. (Pathfinder, 2017)

Para seguir con los antecedentes de las carreras se menciona también en el 2005 North American Solar Challenge, que corrió por Austin, Texas, y se transcurrió hasta Calgary, Canadá, fue el sucesor del American Solar Challenge. El ASC corrió en 2001 y en 2003 que llegó hasta Claremont, California a lo largo de la ruta 66 y salió desde Chicago, Illinois.

El 2005 North American Solar Challenge tenía dos modalidades:

En la cual los equipos podían usar paneles solares de grado espacial – ganado por la University of Michigan.

- Abierta

Limitaba el tipo de paneles que podían ser usados en los "solar arrays" – ganado por la Stanford University.

- Limitada(Stock)

Fuente: North American Solar Challenge, 2005

La carrera North American Solar Challenge la misma que fue promovida en parte por el Departamento de Energía de Estados Unidos. En la actualidad, están surgiendo prospectos de una carrera tipo NASC en 2008. En el mismo año en el 20-21 de octubre

para decidir las reglas para una carrera en el 2008 en la cual 18 equipos de toda Norteamérica acudieron a la conferencia en Topeka. Por los acuerdos ministeriales y los acuerdos de ese entonces dificultaron la organización del evento.

Chile, en el 2011, se realizó la primera carrera de autos solares a nivel Latinoamericano, realizado en el desierto más árido y difícil del mundo del mundo: en el conocido Desierto de Atacama, y a esta carrera se la conoce con el nombre de Atacama Solar Challenge 2011. En la cual se dio apertura a estudiantes de todas las universidades de Latinoamérica y tiene dos categorías: La Ruta Solar y El Desafío Solar Atacama. Obteniendo el 1° lugar de la categoría Desafío Solar Atacama los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica y Minera Los Pelambres con el vehículo solar "INTIKALLPA" de la Universidad de La Serena. (Pathfinder, 2017)

Posteriormente en 2012, nuevamente se realizó la segunda carrera de autos solares a nivel latinoamericano. Con la misma categoría de la edición anterior. En la cual el triunfador del Desafío Solar Atacama fue el equipo "Antakari" de la Universidad de La Serena por segunda vez consecutiva, pero esta vez mejorando su participación con el vehículo solar "INTIKALLPA 2", el mismo que recorrió 1.300 km en 4 días. Para el segundo lugar se considera el vehículo "EOLIAN 3" de la Universidad de Chile.

En los años consiguientes han participado competidores de toda Latinoamérica y de varias universidades siendo cada vez más rigurosa la competencia por lo que hace necesaria una preparación más estricta de los participantes, por el desarrollo tecnológico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el área automotriz se hace necesaria la participación en la carrera antes mencionada.

2.3.4 Elementos de la telemetría en vehículos solares

a) Cabina del piloto

La cabina del piloto normalmente contiene un solo asiento, aunque unos pocos automóviles también tienen un segundo asiento. Tienen algunos de los elementos comunes a cualquier automóvil, como frenos, acelerador, intermitentes, espejos traseros

(o cámara), ventilación, y a veces control de velocidad. También se cuenta con una radio para comunicarse con el equipo. (Arbaiza, 2010)

Los automóviles solares vienen equipados con algunos indicadores como en los automóviles convencionales. Aparte de mantener el automóvil en la carretera, la principal tarea del conductor es vigilar los distintos indicadores para sortear posibles problemas. Los conductores también tienen un arnés de seguridad y a veces (dependiendo del tipo de carrera) un casco como el de los automóviles de carrera. (Arbaiza, 2010)

b) Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es el más importante de los sistemas del automóvil, porque controla toda la potencia que entra y sale del conjunto. Las baterías juegan el mismo papel que el depósito de combustible en un automóvil normal como almacenamiento de energía para uso futuro. Los automóviles solares usan diversos tipos de baterías, incluyendo plomo, níquel-cadmio, y litio. Las baterías de plomo son más económicas y más fáciles de operar, pero la relación potencia/peso es mala. Típicamente, los automóviles solares usan voltajes entre 75 y 170 V. (Armijos, 2017)

La electrónica de potencia regula la electricidad del automóvil. Los componentes de la electrónica de potencia incluyen los seguidores de potencia de pico, el control del motor y el sistema de adquisición de datos. (Armijos, 2017)

Los seguidores de potencia de pico controlan la potencia que viene del dispositivo solar para maximizarla y suministrarla al motor. También protegen las baterías de sobrecargas. El controlador del motor maneja la electricidad que alimenta al motor de acuerdo a las señales que provienen del acelerador. (García & Espinosa, 2004)

Muchos automóviles solares tienen complejos sistemas de adquisición de datos que monitorean todo el sistema eléctrico mientras que incluso los automóviles más básicos tienen sistemas que proveen información del voltaje y corriente de la batería al conductor. Uno de tales sistemas usa Controller Area Network (CAN). (Armijos, 2017)

c) Tren de transmisión

El conjunto del motor y la transmisión es singular en los automóviles solares. El motor eléctrico mueve normalmente una sola rueda (generalmente en la parte trasera) debido a la baja potencia necesaria. Los motores de los automóviles solares tienen generalmente entre 2 y 5 CV (1 a 3 kW); el tipo más común es un motor de corriente continua de doble bobinado sin escobillas. Este motor se usa también como transmisión porque las cajas de cambio son raramente usadas. (Berrones, 2013)

Hay tres tipos básicos de transmisión usados en los automóviles solares:

- Transmisión directa con una sola reducción
- Transmisión por correa de relación variable
- Transmisión directa
- Existen variedades de cada transmisión. La más usada es la transmisión directa.

d) Sistemas mecánicos

Los sistemas mecánicos se diseñan para obtener el peso y la fricción al mínimo, pero manteniendo la rigidez. Se usan titanio y compuestos para asegurar una buena relación rigidez/peso.

Los automóviles solares tienen generalmente tres ruedas, pero algunos tienen cuatro. Los de tres ruedas tienen dos ruedas frontales y una trasera. Las frontales proveen la dirección y la trasera la sigue. Los de cuatro ruedas se disponen como en un automóvil normal o, similarmente a los de tres ruedas, las dos ruedas traseras se juntan. (Ortega, 2018)

Los automóviles solares poseen un amplio rango de suspensiones debido a la variedad de carrocerías y chasis. La suspensión delantera más usada es la de doble brazo articulado, mientras la trasera es del tipo de brazo articulado usado en motos. (Ortega, 2018)

Los frenos más usados son los de disco debido a buena capacidad de frenado y ajuste. Se usan tanto frenos mecánicos como hidráulicos y se diseñan para moverse libremente.

Los sistemas de dirección son muy variables. Los factores básicos de diseño de los sistemas de dirección son eficiencia, fiabilidad y alineamiento preciso para minimizar el desgaste de neumáticos y pérdida de potencia. La popularidad (en EEUU) de las carreras de automóviles solares ha llevado a ciertos fabricantes a diseñar neumáticos especiales. Esto ha incrementado la seguridad y las prestaciones.

e) Paneles solares

Concentración de coches solares en la edición de 2009 del Solar Challenge, en el Texas Motor Speedway. Los paneles solares constan de cientos células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad. Los automóviles pueden usar una variedad de tecnologías de células, frecuentemente de silicio policristalino, silicio monocristalino, o arseniuro de galio. Las células se conectan en cadena que luego se conectan entre sí para formar un panel. Estos paneles tienen normalmente voltajes próximos a los nominales de la batería. El propósito principal es tener muchas células en un espacio pequeño. Las células se encapsulan para protegerlas del clima y la rotura. (Ortega, 2018)

El diseño de un panel solar es algo más que juntar cadenas de células. El panel solar actúa como una cantidad de pequeñas pilas conectadas en serie. El voltaje producido es la suma de los voltajes de cada pila. El problema es que si una sola célula está en sombra actúa como un diodo, bloqueando la corriente de toda la cadena. Para evitarlo, los diseñadores usan diodos de desvío en paralelo con pequeños segmentos de la cadena, permitiendo que la corriente fluya por fuera de las células inactivas. Otra consideración es que la batería puede forzar una corriente contraria por el panel a menos que haya diodos de bloqueo puestos al final de cada panel. (Ortega, 2018)

La potencia producida por el panel solar depende de las condiciones meteorológicas, la posición del sol y la capacidad del panel. Al mediodía de un día claro, un buen panel puede producir más de 2 kW (2,6 hp). (Menéndez, 2015)

Algunos automóviles han empleado velas para aprovechar la energía del viento, lo que está permitido por los reglamentos.

f) Carrocería y chasis

Los automóviles solares tienen formas muy especiales y no hay normas establecidas de diseño. Se trata de minimizar la resistencia del aire, maximizar la exposición al sol, minimizar el peso y hacer los vehículos lo más seguro posible. (Armijos, 2017)

En los diseños de chasis el propósito es maximizar la rigidez y la seguridad mientras se mantiene el peso lo más bajo posible. Hay tres tipos de chasis:

- estructura espacial
- semi-monocasco
- monocasco

La estructura espacial usa tubos soldados que soportan la carrocería de resina. El chasis semi-monocasco usa las vigas y cabeceras de resina para soportar el peso y está integrado en la parte inferior, con las secciones superiores a menudo unidas a la carrocería. La estructura monocasco usa la carrocería como una estructura que soporta la carga.

Las resinas compuestas se usan ampliamente en los automóviles solares. La fibra de carbono, el Kevlar y la fibra de vidrio son los materiales estructurales más frecuentes, mientras la espuma es el material de relleno. Las resinas epoxy se usan para unir estos materiales. Las estructuras de fibra de carbono y Kevlar son tan fuertes como el acero, pero con un peso mucho menor. (Pathfinder, 2017)

3 METOLOGÍA

3.1 Esquema investigativo

La metodología que se implementa en el desarrollo del proyecto investigativo es netamente tecnológica y se determina por cuatro aspectos:

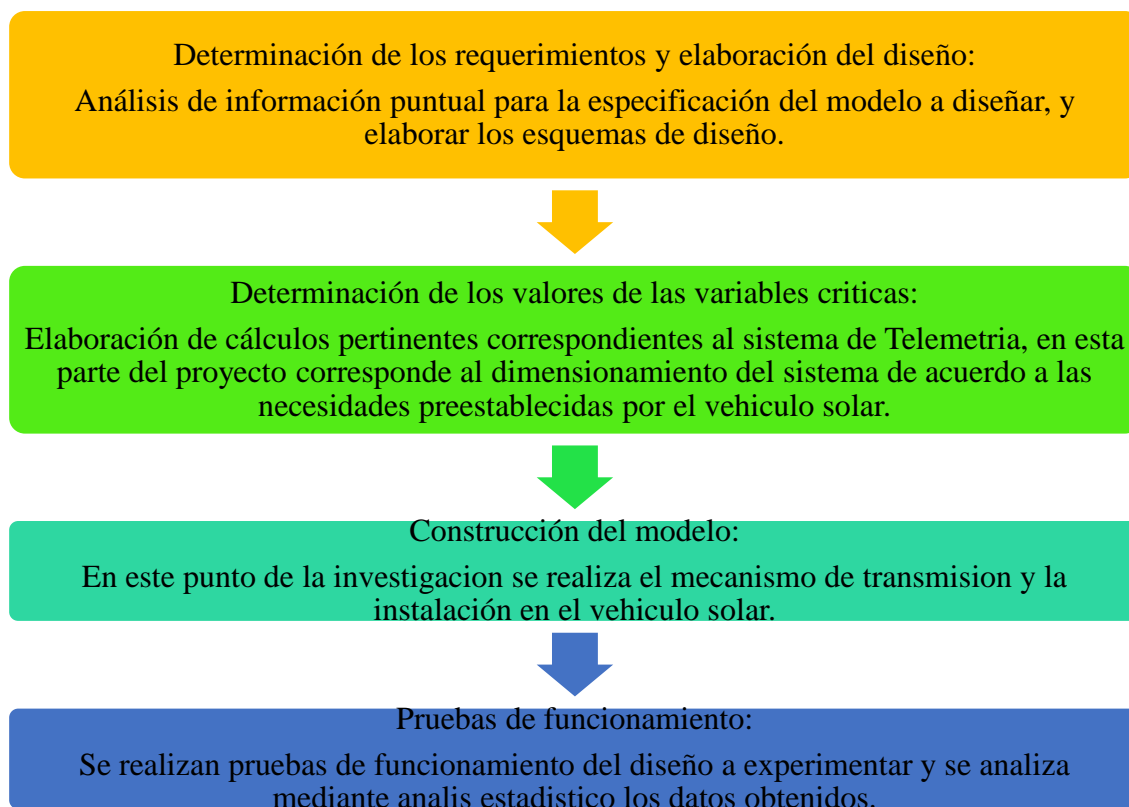


Figura 3.1. Metodología de la investigación

Fuente: (HERNÁNDEZ, 2010)

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque investigativo de este estudio es cuantitativo debido a que se basará en métodos relativos para el cálculo de parámetros requeridos y posteriormente realizar las pruebas y el desarrollo experimental para el análisis de los datos de las muestras de los datos obtenidos, realizando una interpretación deductiva se identifica si resultado de interrelación atrae una consecuencia en los aspectos tecnológicos los mismos que orientan a la verificación del nivel de validez y confiabilidad del presente estudio.

3.3 Alcance de la investigación

El alcance investigativo es correlacionar debido a que la investigación busca establecer la relación entre la sostenibilidad ambiental, y la interacción de telemetría a tiempo real, para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.4 Tipo de investigación

Los métodos de investigación que se analizan en el trabajo investigativo se resumen a continuación:

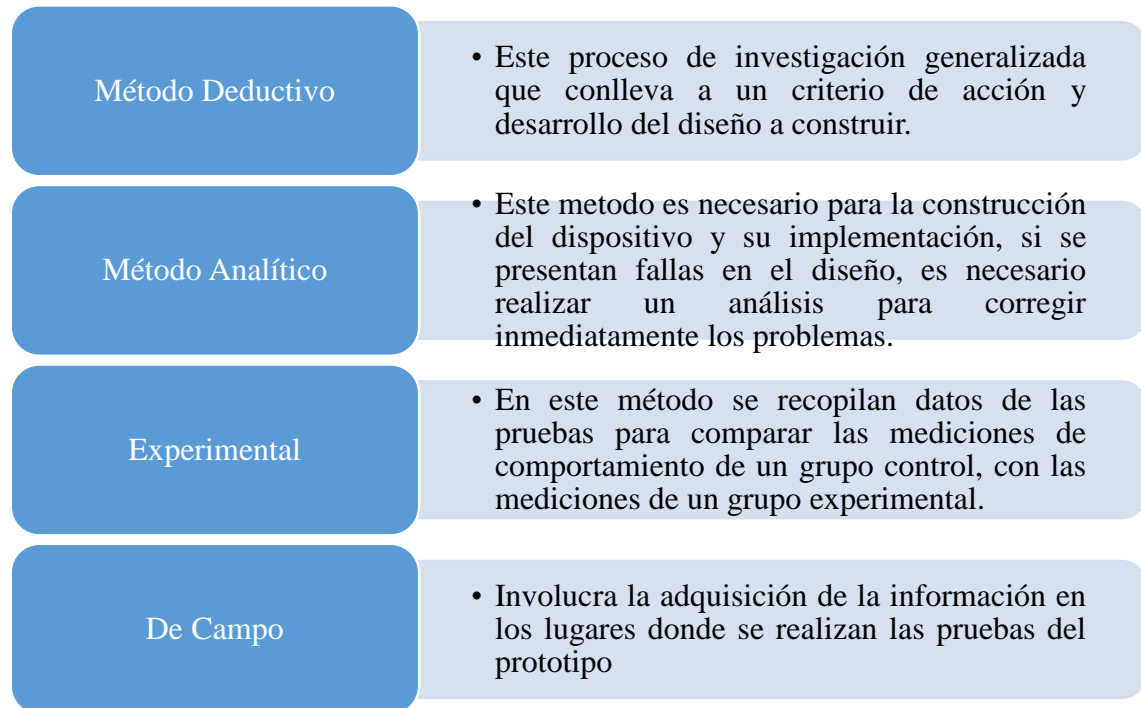


Figura 3.2. Métodos de investigación

Fuente: (ÁLVAREZ, 2012)

3.5 Procesamiento y análisis de información

3.5.1 Plan de recolección de información

La presente investigación se ha empleado la técnica de recolección de información para los criterios de especificaciones y caracterización de los parámetros, y para el procesamiento de los datos de las pruebas realizadas o los experimentos, dichos datos se recolectan en cuestionarios de chequeo (Check-list), para determinar mediante diseño de experimentos la relación y el aporte de la tecnología y la sostenibilidad ambiental, y verificar la mejora del rendimiento del sistema SCADA para el control de información a tiempo real.

Tabla 3.1. Plan de recolección de información

Nº.	PREGUNTA BÁSICA	EXPLICACIÓN
1	¿Para qué?	Para conseguir los objetivos de la investigación
2	¿De qué personas u objetos?	Sistema construido
3	¿Sobre qué aspectos?	Parámetros de velocidad, temperatura, estado del motor, entre otros
4	¿Quién?	Investigadores
5	¿Cuándo?	En el año 2018
6	¿Dónde?	ESPOCH-Ingeniería Automotriz
7	¿Cuántas veces?	Las pruebas experimentales necesarias para garantizar el funcionamiento
8	¿Qué técnicas de recolección?	Check-List
9	¿En qué situación?	Experimentación

Elaborado por: Autores

3.5.2 Procedimiento para la información

- Los datos recogidos se transforman persiguiendo ciertos procedimientos.
- Revisión crítica de la información acumulada; es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente.
- Repetición de la recolección, en innegables casos individuales para corregir fallas de la experimentación.
- Manejo de información reajuste de cuadros para concordar las observaciones y los tratamientos o con que no influye significativamente en los análisis.
- Análisis estadístico descriptivo de datos para presentación de resultados.

3.5.3 Muestreo experimental

La toma de muestras se realiza en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo la cantidad de muestra a tomar será de acuerdo a la cantidad de parámetros determinados por el sistema scada, este se determinará de acuerdo a la rigurosidad de los ensayos y las pruebas experimentales, no sólo implicados con la transmisión de datos, de la misma manera con la cantidad de observaciones que deben realizarse, con el total de muestras que se debe tomar o con el número de repeticiones que debe efectuarse para recopilar la información y su análisis conforme al funcionamiento del sistema. Contandriopoulos, ed. al (1991)

Para determinar el número mínimo de muestras, observaciones o réplicas que deben efectuarse en el presente estudio, se realiza en base a la teoría de experimentos de Montgomery, (2004), y se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{W - W^2 * Z_{\beta} + 1.4Z_{\alpha}^2}{W^2} \quad (1)$$

Donde:

- n = Número mínimo de muestras, observaciones o réplicas que deben efectuarse en el estudio.
- Z_{α} = Valor correspondiente al nivel de confianza asignado (Riesgo de cometer un error tipo I).
- Z_{β} = Valor correspondiente al poder estadístico o potencia asignada a la prueba (Riesgo de cometer un error tipo II).
- W = Rendimiento mínimo esperado, eficiencia mínima esperada o diferencia mínima observable.

Se plantea que los resultados del experimento deberán tener una significación (α) de 0,05 (5%) que corresponde a un nivel de confianza ($1-\alpha$) del 95% (0.95). En la Tabla 1, (anexo A), se observa que, para este nivel de confianza, Z_{α} tiene un valor de 1,96.

También, en la Tabla del (anexo A), para un valor estadístico β igual a 0,10 (90%), existe un Z_{β} de 1,282. El rendimiento mínimo que se espera (W) será del 30%; es decir, se espera una remoción mínima de 30% respecto a los resultados los parámetros controlados por el sistema.

Datos:

$$Z_{\alpha} = 1,96$$

$$Z_{\beta} = 1,282$$

$$W = 30\%(0,3)$$

$$n = \frac{W - W^2 * Z_{\beta} + 1.4 Z_{\alpha}^2}{W^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{0,3 - 0,3^2 * (1,282) + 1.4(1,96)^2}{0,3^2}$$

$$n = \frac{0,3 - 0,12 + 5,38}{0,9}$$

$$n = 6,18$$

El número de observaciones experimentales o pruebas a realizar como mínimo que se solicitan realizar, considerando el factor riesgo de error y rendimiento esperado es de 6 observaciones por cada parámetro, cuando ya esté implementado con el vehículo solar.

CAPÍTULO III

4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

4.1 Parámetros del diseño

Uno de los parámetros importantes es la fidelidad de los datos del sistema de telemetría que es transmitido desde el automóvil hacia la estación de control, por lo cual seleccionar el tipo de comunicación inalámbrica es de gran importancia.

Otro parámetro es el tiempo de duración de las baterías que almacena la energía solar para el manejo del automóvil solar.

Para el control de las variables a medir en el automóvil solar se debe tomar en consideración la calibración de los sensores para una lectura precisa, con respecto a la interfaz HMI debe ser interactiva e intuitiva para la visualización correspondiente de los datos obtenidos de las variables a controlar.

El sistema de telemetría planteado básicamente consta de tres elementos: la comunicación inalámbrica, el transmisor y el receptor como se puede establecer a continuación:

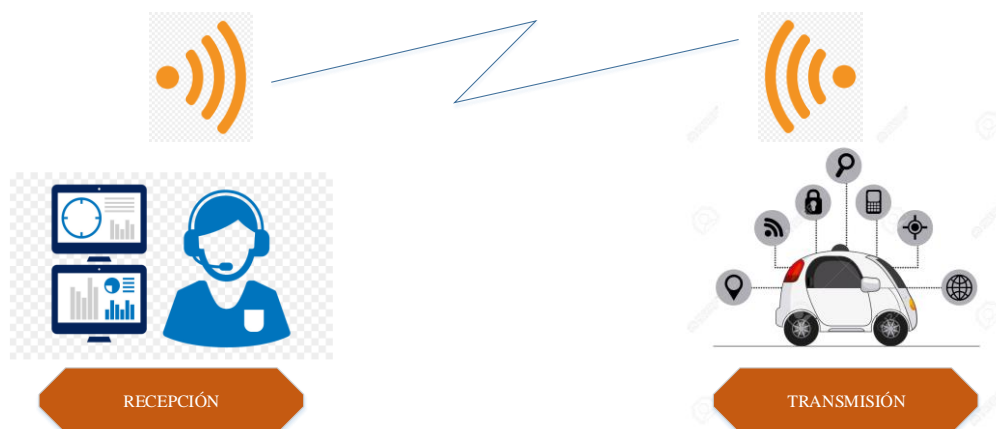


Figura 4.1. Métodos de investigación

Fuente: (Energíasrenovables, 2018)

4.1.1 Selección de equipos

4.1.2 Comunicación Inalámbrica

Para la comunicación inalámbrica se usara Zigbee por las ventajas que mantiene sobre otros tipos de comunicaciones inalámbricas por lo cual el hardware para la trasmisión de datos se lo realizará por medio de los módulos XBee “PRO S3B XSC RP-SMA”.

4.1.2.1 Especificaciones Técnicas de XBee “PRO S3B XSC RP-SMA”.

Es un módulo de comunicación inalámbrica que trabaja en la frecuencia de 900 MHz, este módulo XBee puede ser configurado en un red Punto – Punto o Punto-Multipunto de acuerdo a las necesidades de la aplicación, en este caso la aplicación es un sistema de Telemetría por lo cual la configuración de red es Punto a Punto, las ventajas de este tipo de módulos es el alcance de comunicación ya que incorpora una antena de ganancia alta llegando a una cobertura máxima de 45Km y una velocidad de trasmisión de 200Kbps, sus dimensiones son 5cm x 4cm x 3cm por lo cual es un módulo de comunicación relativamente pequeño como se muestra a continuación.

Tabla 4.1. Especificaciones del sistema electrónico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE XBEE PRO S3B XSC RP-SMA	
Rango de cobertura en interiores o Zona Urbana	Si la tasa de transmisión es de 200Kbps su alcance es 305m, pero si velocidad de transmisor es 10 Kbps su alcance es de 610m
Línea de Vista en Exteriores	Con una antena dipolo de ganancia de 2.1dB con una velocidad de trasmisión de 10Kbps llegaría a un alcance de 15.5 Km y si la velocidad de trasmisión es de 200Kbps su alcance es de 6.5Km
Salida de Potencia de Transmisión	24dBm/250Mw



Tasa de datos de RF (alta)	200 Kbps
Tasa de datos de RF (baja)	10Kbps
Tasa de datos de la Interfaz Serial	9600-230400 baud
Sensibilidad del Receptor	-101 dBm, alta velocidad de datos, -110 dBm, baja velocidad de datos
Voltaje de Alimentación	2.1-3.6 VDC Se sugiere usar un voltaje no menor a 3V ya que puede afectar el rendimiento del módulo XBee, la potencia y la sensibilidad del receptor pueden ser degradados.
Consumo de Energía en transmisión	PL=4 : 215mA, (290mA max) PL=3 : 160mA PL=2 : 120mA PL=1 : 95mA PL=0 : 60mA
Consumo de Energía en inactivo	2.5 μ A
Frecuencia de Operación	902 MHz – 928 MHz
Temperatura de Operación	-40°C a 85°C en entornos Industriales
Opciones de Antenas	Cable integrado, conector U. FL RF, conector SMA de polaridad inversa
Topologías de Red Soportadas	Malla, punto a punto, punto a multipunto.
Número de canales, canales seleccionables por el usuario	64 canales habilitados
Encriptación	128 bit AES

Elaborado por: Autores

4.1.2.2 Configuración y Programación de módulo XBee “PRO S3B XSC RP-SMA”.

Para la configuración de este módulo se necesita un software para su configuración, este software está disponible en <https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/xctu-software/xctu> disponible para plataformas Windows, Linux y Mac

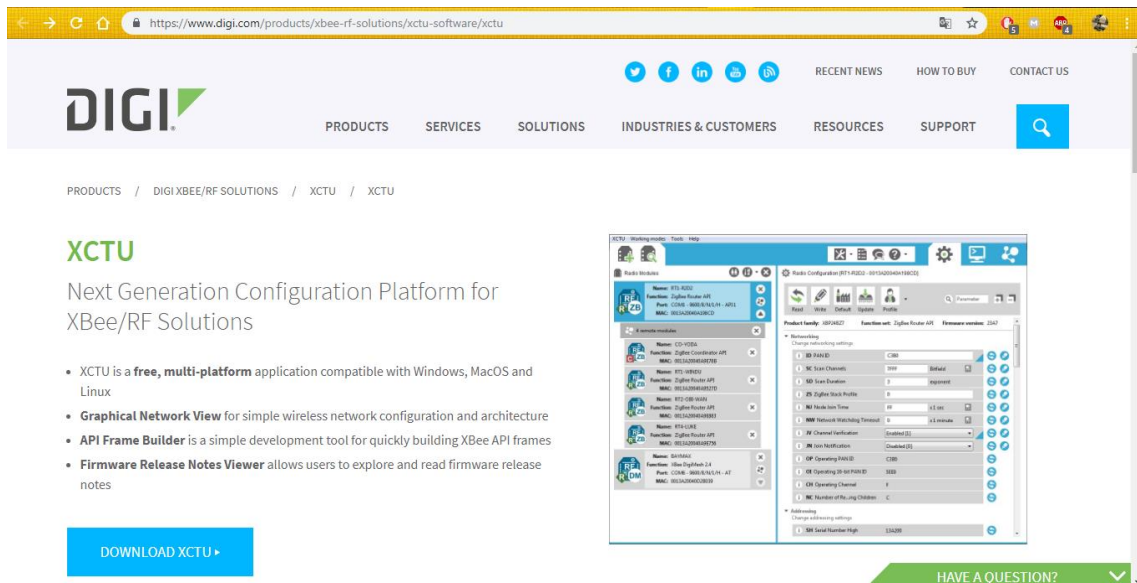


Figura 4.2. Configuración de módulo XBee

Una vez descargado el software se debe conectar de la siguiente manera para la programación de los módulos Xbee para la transmisión inalámbrica.

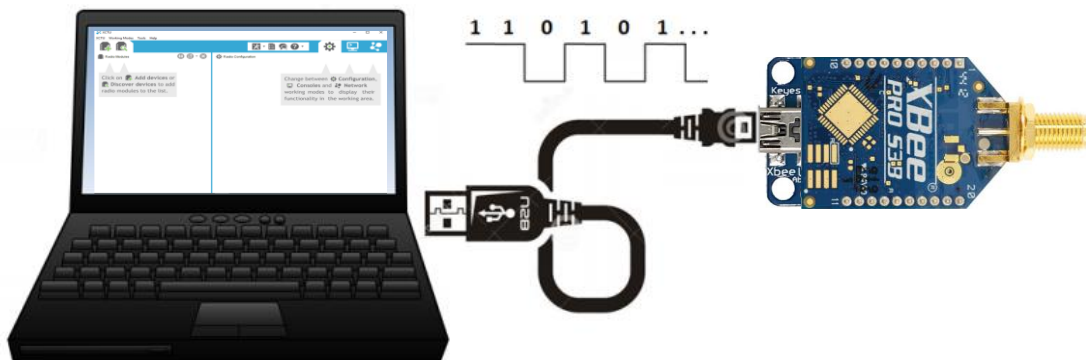


Figura 4.3. Transmisión inalámbrica

Elaborado por: Autores

En el software “XCTU” se configura a los módulos Xbee tanto el tipo de topología de red, que en este caso se configura como “*TOPOLOGÍA DE RED PUNTO A PUNTO*” además de definir tanto el modulo que será Transmisor y el que será Receptor.

4.1.3 Transmisor

Se encuentra alojado en el vehículo solar desarrollado bajo una placa electrónica que monitorea los datos de los sensores que controla: la temperatura, la humedad, la velocidad

del vehículo, el nivel de carga de las baterías que almacena la energía solar, el ritmo cardiaco del conductor.

Para cual se desarrolló un diagrama esquemático de la placa electrónica del prototipo para el monitoreo de las variables antes descritas.

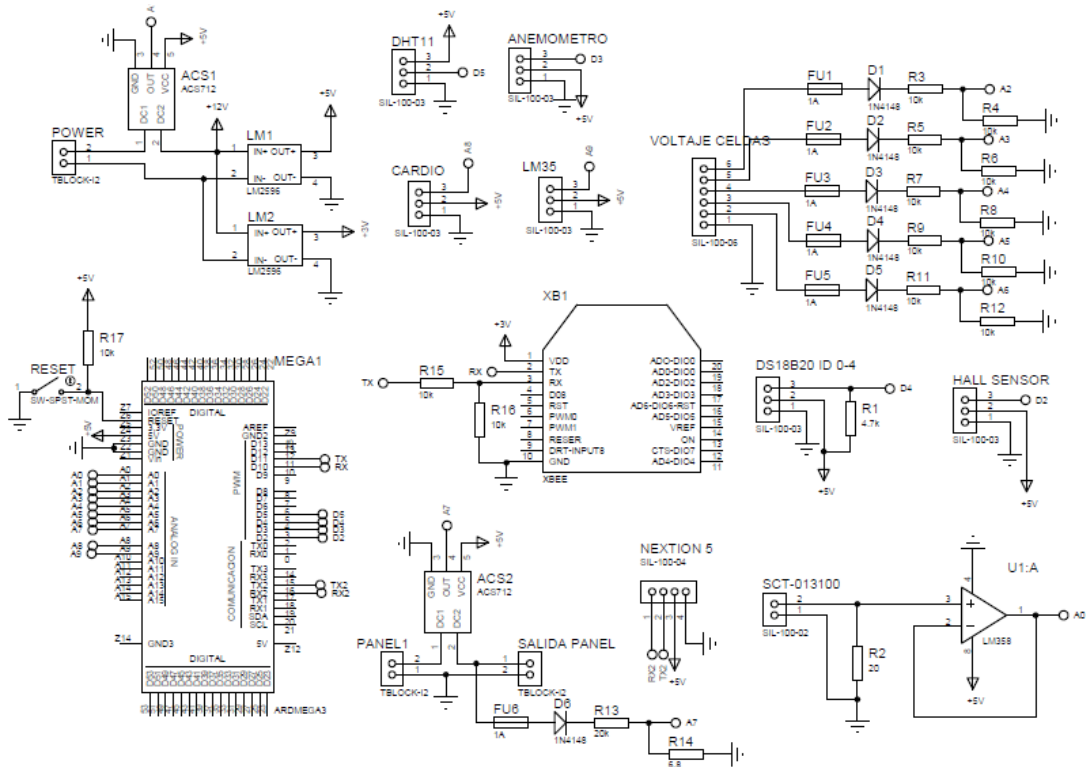


Figura 4.4. Diagrama esquemático de la placa electrónica

Elaborado por: Autores

4.1.3.1 Fuente de alimentación y Consumo del Panel de Control

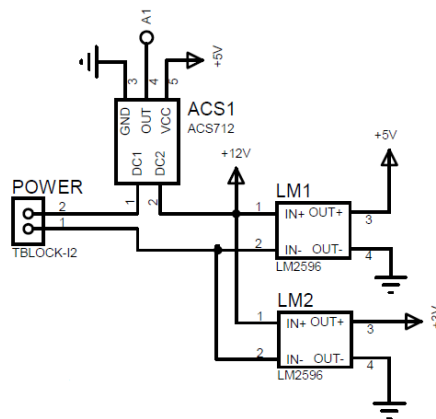


Figura 4.5. Fuente de alimentación y control

Elaborado por: Autores

El primer parámetro a tomar en cuenta es reducir 12V DC a 5V DC y 3.3V DC respectivamente: 5V para la alimentación de la tarjeta programable Arduino Mega y 3.3V para la alimentación de los módulos de comunicación inalámbrica XBee “PRO S3B XSC RP-SMA” por lo cual el uso de un módulo conversor reductor LM2596 step-down es ideal para este aplicativo.

El modulo reductor LM2596 tiene un potenciómetro lineal incorporado para fijar el voltaje deseado, por lo cual se necesita dos módulos LM2596 tanto para la regulación de voltaje de 5V y de 3.3V respectivamente.

Para el control de consumo del panel de control y sus derivados de consumo de corriente continua se usa el módulo ACS712 de 30A

4.1.3.2 Especificaciones Técnicas de Modulo Reductor LM2596

Es un módulo que tiene internamente el LM2593 que es un circuito integrado monolítico que permite una excelente regulación lineal y bajo voltaje de rizado, la variación de voltaje se realiza mediante un potenciómetro lineal.

Tabla 4.2. Especificaciones técnicas del módulo reductor LM2596.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MODULO REDUCTOR LM2596	
Voltaje de Entrada	Soporta desde 4.5 - 45V
Voltaje de Salida Ajustable	1.5 – 35V
Corriente Salida Máxima	3 ^a
Frecuencia de Switching	150 KHz



Elaborado por: Autores

4.1.3.3 Especificaciones Técnicas de Modulo Sensor de Corriente ACS712 de 30 A

Este sensor permite medir la cantidad de corriente que fluye a través de un circuito de corriente alterna (AC) o corriente directa (DC). El método de censado es mediante un sensor de efecto hall que facilita un voltaje de salida proporcional a la corriente que fluye en un circuito electrónico. Este sensor viene en tres modelos distintos: ACS712ELCTR-05B-T que mide hasta 5A, el ACS712ELCTR-20A-T que mide hasta 20A y el ACS712ELCTR-30A-T que mide hasta 30 A.

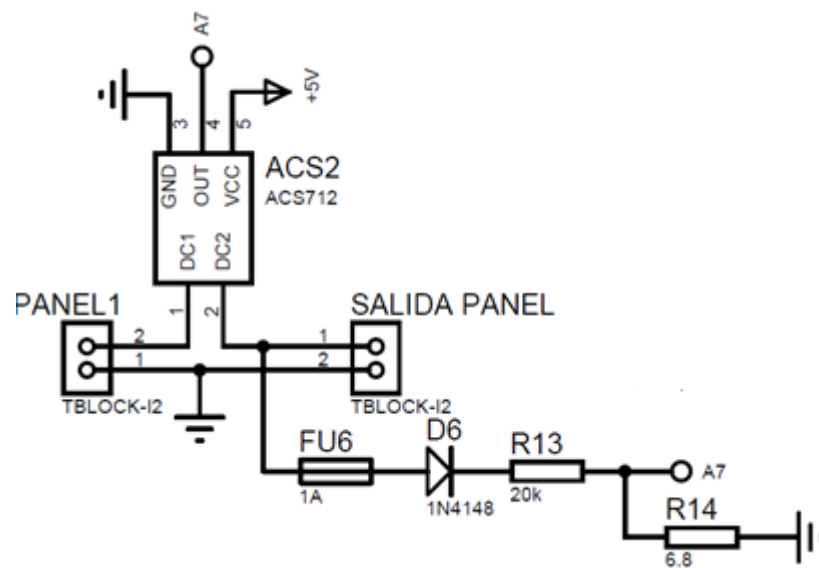
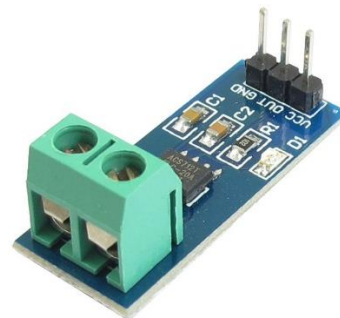


Figura 4.6. Sensor de corriente

Elaborado por: Autores

Tabla 4.3. Especificaciones técnicas de sensor de corriente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MODULO SENSOR DE CORRIENTE ACS712 DE 30 A



Voltaje de Salida

66 mV/A

Voltaje de Operación	4.5 – 5.5V
Corriente Salida Máxima	3 ^a
Ancho de banda	80 KHz
Resistencia Interna	1.2 M ω
Sensibilidad de Salida	66 to 185 mV/A

4.1.3.4 *Voltaje de Celdas*

Para llevar el registro de voltaje que almacena cada celda, se procede a efectuar el siguiente circuito electrónico, colocando un fusible de 1A como sistema de protección conjuntamente con un diodo semiconductor 1N4148. El fusible de 1A tiene como función controlar el nivel de corriente en el circuito, si sobrepasa el 1A el fusible se quema evitando daños al resto del sistema de telemetría. El uso del diodo semiconductor 1N4148 es para el control de voltaje de tal manera no permitirá el paso de voltajes superiores a 4.7 V.

En la tarjeta de desarrollo Arduino Mega será en donde se registrará los niveles de voltaje almacenados de las celdas como se explicará posteriormente el voltaje que soporta los pines de entrada Analógicos de esta tarjeta es de 5V, por lo cual en el diseño electrónico también se procede a desarrollar un divisor de voltaje para asegurar que en las entradas analógicas del Arduino Mega, no sobrepase este rango de 5V.

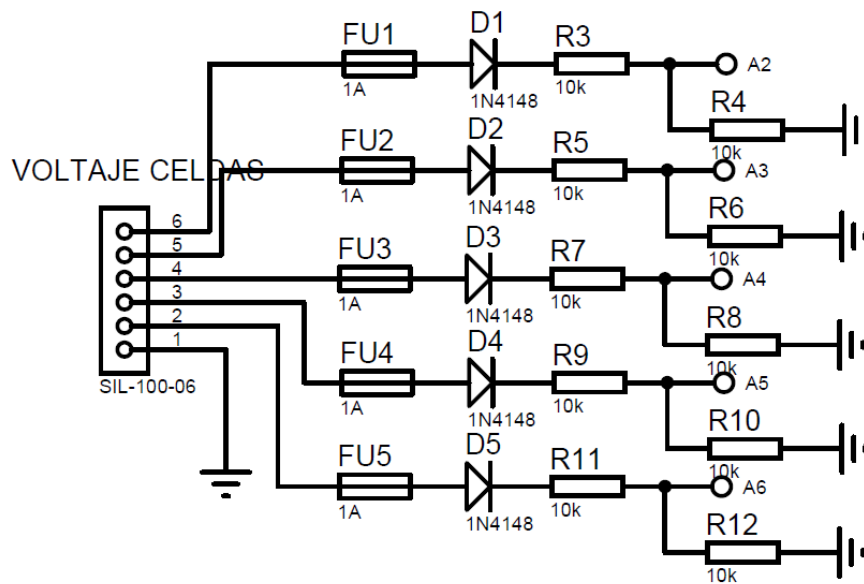
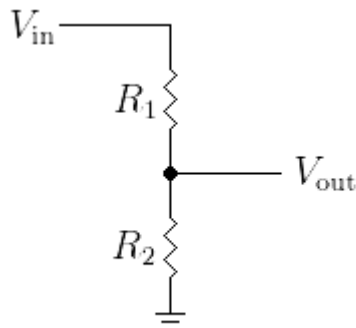


Figura 4.7. Divisor de voltaje

Elaborado por: Autores

De manera general para definir el voltaje de salida que llegara a la entrada del Arduino Mega se aplica la siguiente ecuación, en función del voltaje de entrada y el valor de las resistencias en el divisor de voltaje.



$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Para el circuito electrónico se sabe que el voltaje máximo que soporta las celdas 7.89V y las resistencias es de 10 KΩ. Por lo tanto, el voltaje que llegará a las entradas analógicas del Arduino Mega será el siguiente.

$$V_{out} = 7.89V \frac{10K\Omega}{10K\Omega + 10K\Omega}$$

$$V_{out} = 3.95V$$

Tabla 4.4. Especificaciones del sistema electrónico.

FUSIBLE DE 1A



RESISTENCIAS DE 10KΩ



DIODO SEMICONDUCTOR

Elaborado por: Autores

4.1.3.5 *Sensor de Temperatura LM35*

Este sensor permitirá monitorear la temperatura de la cabina del automóvil, el rango de temperatura del LM35 va desde los -55°C a 150°C , es uno de los sensores más populares y fáciles de utilizar, es directamente proporcional el voltaje con la temperatura censada, es decir a mayor temperatura mayor voltaje.

4.1.3.6 *Especificaciones Técnicas del Sensor de Temperatura LM35*

Tabla 4.5. Especificaciones técnicas del sensor de temperatura LM35.

SENSOR DE TEMPERATURA LM35



Escala	$^{\circ}\text{C}$
Factor de Escala	$\pm 10\text{mv}/^{\circ}\text{C}$
Rango de Medición	$-55^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$

Voltaje de Operación

4V a 30 V


Elaborado por: Autores

4.1.3.7 *Sensor de Pulso Cardíaco*

Este tipo de sensor es plug and play, provee una señal amplificada para hacer la lectura del pulso cardíaco, internamente posee filtros para la cancelación de ruido haciéndolo más preciso a la hora de toma de datos reales. Este sensor se utilizará para controlar el pulso cardíaco del piloto del automóvil permitiendo desplegar en el sistema de telemetría ya sea las pulsaciones por segundo del piloto o una gráfica de un electrocardiograma en tiempo real.

4.1.3.8 *Especificaciones Técnicas del Sensor de Pulso Cardíaco*

Tabla 4.6. Especificaciones técnicas del sensor de pulso cardíaco.

SENSOR DE PULSO CARDÍACO	
	
Escala	°C
Factor de Escala	+/- 10mv/°C
Rango de Medición	-55°C - 150°C
Voltaje de Operación	4V a 30 V

Elaborado por: Autores

4.1.3.9 *Sensor Digital de Temperatura y Humedad DTH11*

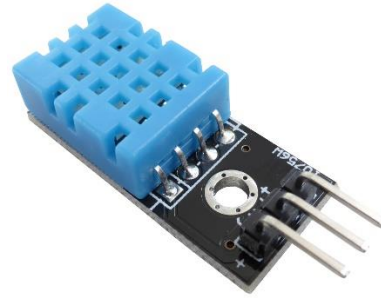
Es un sensor de bajo costo y fácil uso. Ya que este sensor posee una señal digital calibrada permite asegurar la fiabilidad de toma de datos en función del tiempo. La limitante de

este sensor es que hace la toma de datos cada 2 segundos. Dicho sensor se utilizará en el monitoreo del sistema de refrigeración del automóvil.

4.1.3.10 Especificaciones Técnicas del Sensor de Temperatura DTH11

Tabla 4.7. Especificaciones técnicas del sensor de temperatura DTH11.

SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DTH11	
Escala	°C
Precisión de Medición de Temperatura	+/- 2.0 °C
Rango de Medición de Temperatura	0°C - 50°C
Voltaje de Operación	3V a 5V DC
Rango de Medición de Humedad	20% a 90% RH
Precisión de medición de humedad	4% RH
Tiempo de Censado	2 Segundos



Elaborado por: Autores

4.1.3.11 Anemómetro

Es un instrumento o estructura para medir la velocidad del viento, el cual se desarrolló bajo el software “Solidwork” que permite realizar el modelado de piezas en 3D, en la actualidad es posible hacer impresiones en 3D con impresoras especializadas que poseen motores para impresión tanto en el eje X y de tal manera ilustrar figuras en 3 dimensiones. Con ayuda de esta herramienta y el software especializado se desarrolló el Anemómetro presentado a continuación.

La razón por la cual se desarrolló el anemómetro en Solidwork es porque en el mercado no existe un anemómetro para Arduino o algún microcontrolador.

Figura 4.8. Elementos para el modelado de piezas en 3D.



Elaborado por: Autores

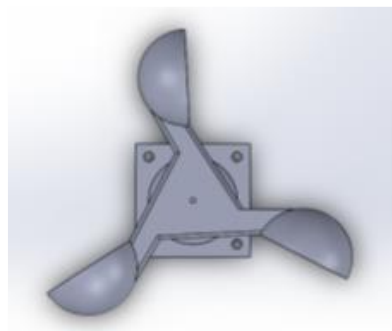
En la siguiente ilustración se muestra el modelado por partes del Anemómetro, y su impresión en 3D respectiva.

ANEMÓMETRO

Perspectiva Frontal



Perspectiva Superior



Piezas Independientes

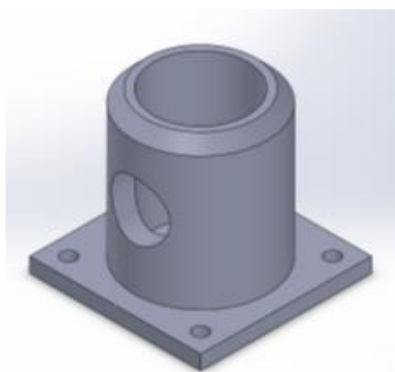
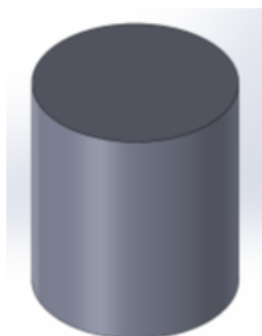


Figura 4.9. Anemómetro

Elaborado por: Autores

4.1.3.12 Sensor de Corriente SEN-SCT-013-000 AC 100A No invasivo

Es un sensor que permite medir corriente alterna hasta 100 A, son particularmente útiles para medir el consumo o generación de electricidad de todo un edificio u hogar, su funcionamiento es como un transformador por el principio físico de inducción

electromagnética. Por lo cual es ideal para el aplicativo de monitorear el consumo de energía de las baterías del motor trifásico del automóvil.

La salida de este sensor es una señal alterna, cuyo valor no está dentro del rango de las entradas analógicas (0 a +5V) del Arduino, si bien el rango del sensor puede ser inferior, la parte negativa de la señal podría malograr a nuestro Arduino.

Lo ideal es, si nuestro sensor tiene una salida de -50mA a +50mA acondicionarlo a una salida de 0 a 5V. Esto se podría realizar convirtiendo de corriente a voltaje, (a un rango de [-1V +1V]), luego amplificarlo (a [-2.5V +2.5V]) y finalmente un sumador para eliminar la parte negativa ([0 5V]).

Otra forma sería rectificando la entrada y trabajar con la parte positiva, esto asumiendo que la señal es simétrica. Nosotros usaremos esta forma.

Para rectificar no podemos usar diodos, puesto que la caída de voltaje en el diodo es muy grande en comparación al voltaje de la señal. Para esto usamos un operacional, configurado en un seguidor de voltaje, usaremos el operacional LM358, que trabaja con polaridad positiva, de esta forma se eliminará la parte negativa de la señal, si bien no es un rectificador de onda completa, pero con una rectificación de media onda podemos trabajar.

El LM358 si se alimenta con 5V, se satura con 3.5V aproximadamente, motivo por el cual no podemos amplificar hasta 5V, pero si trabajamos con Arduino no necesitamos alcanzar los 5V, podemos trabajar con la referencia interna de 1.1V y de esta forma aprovechar en el rango completo de la lectura a analógica.

Si estamos trabajando con el sensor SCT-013-030, significa que la salida está en un rango de +/-1V, entonces nuestro circuito que usaremos es:

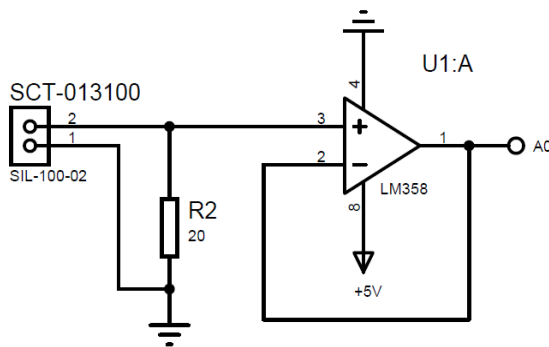


Figura 4.10. Sensor SCT-013-030

Elaborado por: Autores

4.1.3.13 Especificaciones Técnicas del Sensor SCT-013-000 AC 100A

SENSOR DE CORRIENTE SEN-SCT-013-000 AC 100A



Corriente de Entrada (Inducción)	0 – 100 A AC
Modo de Salida	0 – 50 mA
No linealidad	+/-3%
Temperatura de Trabajo	-25°C a 70°C

Elaborado por: Autores

4.1.3.14 Sensor DS18B20

Es un sensor para medir temperatura en entornos húmedos ya que por su estructura física de sonda impermeable evita filtración interna de líquidos por lo tanto se puede hacer la medición dentro líquidos.

Una de las características más interesantes de este sensor es que se puede trabajar con diferentes resoluciones es decir de acuerdo a sus especificaciones técnicas tiene una resolución de 9 a 12 bits eso se puede entender de mejor manera en la siguiente tabla.

Tabla 4.8. Especificaciones técnicas del sensor DS18B20.

RESOLUCIÓN	TEMPERATURA
9 bits	0.5 °C
10 bits	0.25 °C
11 bits	0.125 °C
12 bits	0.0625 °C

Elaborado por: Autores

Otra característica de este sensor es el protocolo de comunicación digital OneWire, este protocolo de comunicación permite enviar y recibir datos por un solo cable de manera simultánea.

La aplicación particular de este sensor dentro del sistema de telemetría del automóvil es medir la temperatura de cada celda de la batería, por su característica OneWire se puede hacer la medición simultánea de varios sensores por un solo cable a continuación se muestra la configuración de los sensores con respecto a una entrada digital del Arduino.

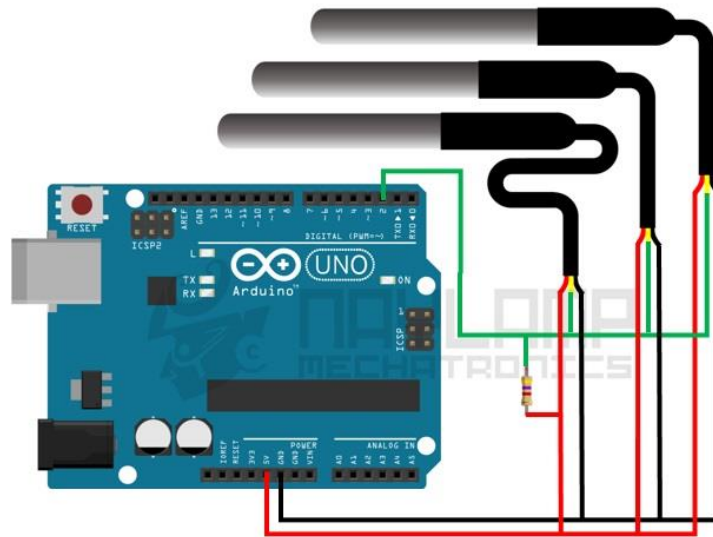



Figura 4.11. Disposición de los sensores

Elaborado por: Autores

4.1.3.15 Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20

Tabla 4.9. Especificaciones técnicas del sensor DS18B20.

SENSOR DS18B20	
	
Escala	°C
Precisión	+/- 0.5°C (de -10 ° a 85°C)
Resolución	de 9 a 12 bits
Rango de Medición	-55°C - 125°C
Voltaje de Operación	3V a 5.5 V

Elaborado por: Autores

4.1.3.16 Sensor de efecto HALL

Al pasar corriente por el sensor y aproximarse a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, este crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Por lo tanto, un sensor de efecto hall tiene la particularidad de detectar y medir campos magnéticos. Para entender de mejor manera en la figura se puede apreciar el mecanismo para medir la velocidad.

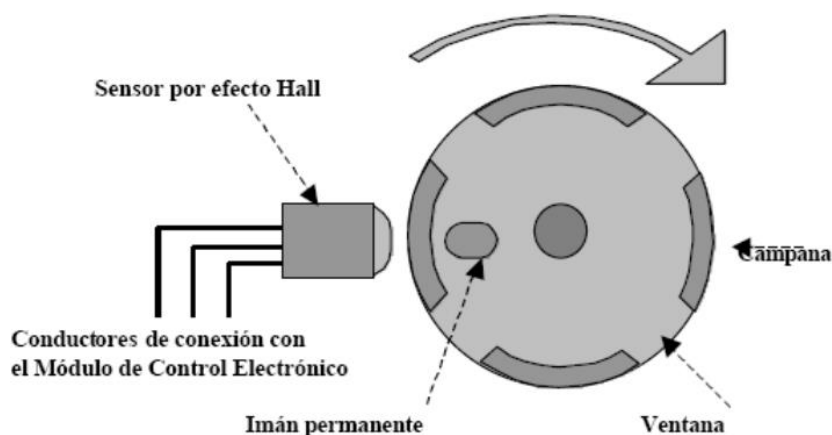


Figura 4.12. Sensor efecto HALL

Elaborado por: Autores

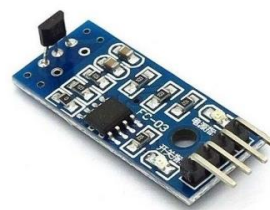
Para la medición de la velocidad se usará un sensor de efecto hall que mide el campo magnético, con el propósito de realizar un encordé con un imán en la rueda del vehículo de tal forma que al dar una vuelta pasé cerca del sensor alterando su estado, permitiendo realizar el cálculo del tiempo que dura cada vez que pasa el imán frente al sensor de este modo se obtiene la velocidad del automóvil en RPM adicionalmente usando el radio de la llanta se puede adquirir su velocidad en KM/h.

4.1.3.17 Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20

Tabla 4.10. Especificaciones del sensor de efecto HALL.

SENSOR DE EFECTO HALL	
Voltaje de Operación	3.5V a 24V DC
Consumo de Corriente	Bajo
Rango de temperatura de almacenamiento	-55°C - 150°C

Elaborado por: Autores



4.1.3.18 Interfaz HMI

Para la visualización de los sensores en tiempo real se usa una pantalla “Nextion de 5” por una de las ventajas que sobresale con respecto a otras pantallas TFT es que tiene su propio microcontrolador quitando carga de procesamiento al Arduino además que su software permite mejorar los gráficos de la pantalla como se puede apreciar a continuación.

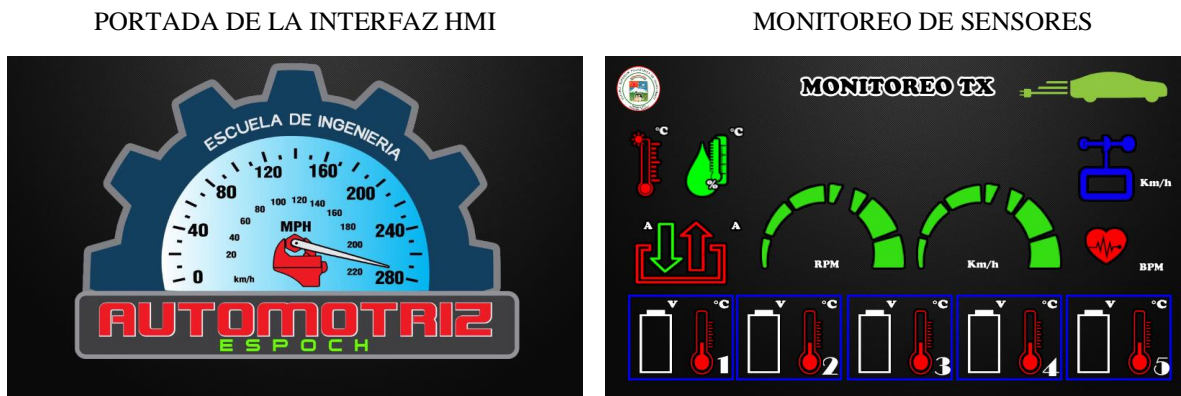


Figura 4.13. Portada de la Interfaz y monitoreo de sensores

Elaborado por: Autores

4.1.3.19 Pantalla Nextion NX8048T050 5

La pantalla inteligente táctil LCD genérico Nextion NX8048T050 5"proporciona una interfaz de control y visualización muy amigable con el usuario es la mejor solución para reemplazar el LCD tradicional. Parte de hardware es de la serie de placas de TFT y parte de software de Nextion. Utiliza un único puerto serie para hacer la comunicación. Permite deshacerse de los problemas de cableado. Es fácil de adaptar a proyectos existentes. La compone una pantalla TFT de 800x480 resistiva de 5.0" de pantalla táctil, 16MB Flash.

4.1.3.20 Especificaciones Técnicas de Pantalla Nextion NX804

Tabla 4.11. Especificaciones técnicas de la pantalla Nextion NX904.

PANTALLA NEXTION NX8048T050



Pantalla	5.0 ″
Resolución	800 x 480
Compatible	Raspberry Pi A+, B+, Raspberry Pi 2 y Arduino
Consumo	5V y 410mA
Memoria Flash	16MB
Área	108mm x 64.8mm

Elaborado por: Autores

4.1.3.21 Arduino Mega 2560

El MEGA 2560 está diseñado para proyectos más complejos. Con 54 pines de E / S digitales, 16 entradas analógicas y un espacio más grande para su boceto, esta es la placa recomendada para impresoras 3D y proyectos de robótica.

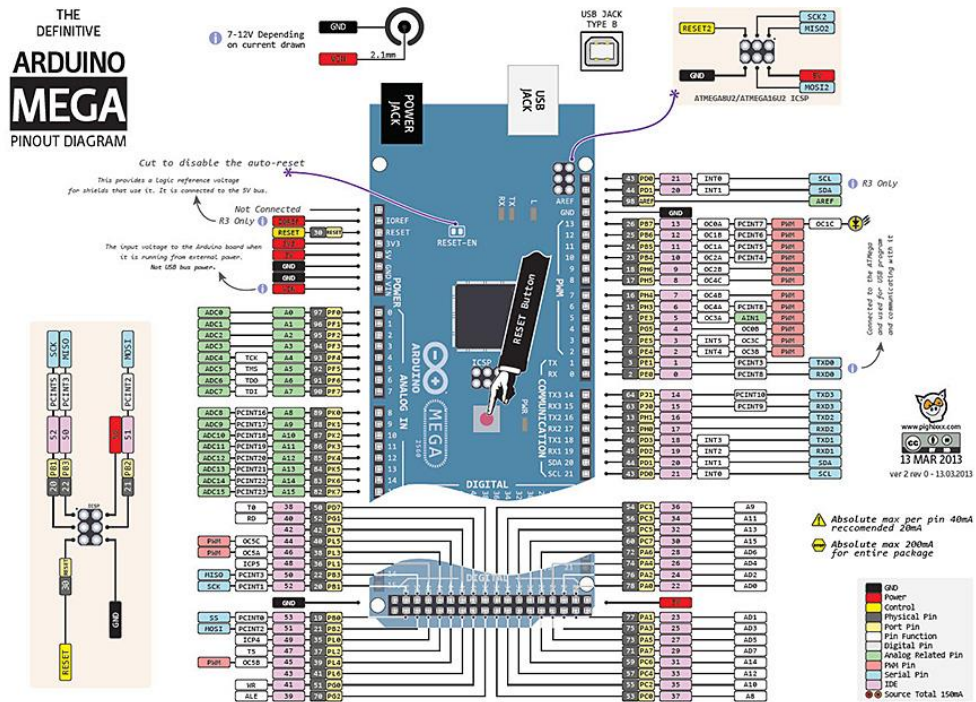


Figura 4.14. Arduino Mega

Elaborado por: Autores

En el sistema telemetría es el centro de procesamiento principal en el cual se encuentra programado el comportamiento de los sensores y el despliegue del HMI, para la programación de esta tarjeta de desarrollo se ejecutó bajo el software libre “ARDUINO IDE” disponible para plataformas Windows, Linux y MacOS en la siguiente URL <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Para la programación de la tarjeta de desarrollo se usa los puertos USB de un computador y se conecta de la siguiente manera.

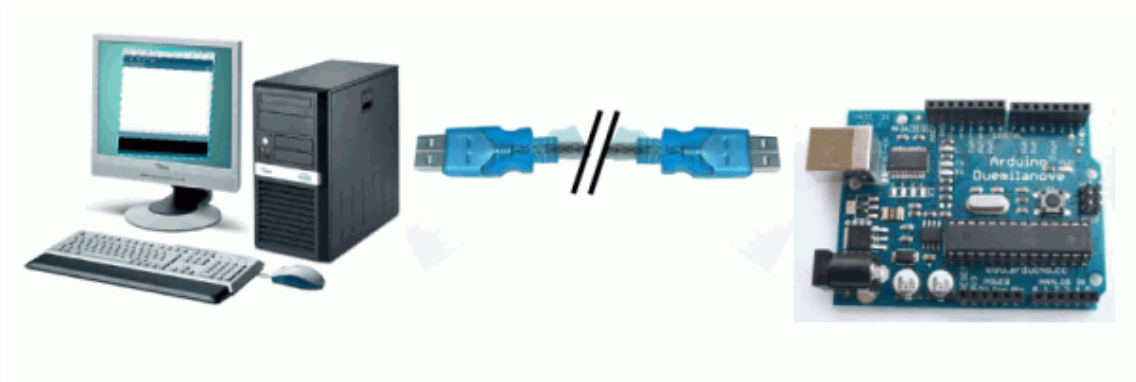


Figura 4.15. Esquema de Interfaz

Elaborado por: Autores

4.1.3.22 Especificaciones Técnicas de Arduino Mega 2560

Tabla 4.12. Especificaciones técnicas del arduino Mega 2560.

ARDUINO MEGA 2560



Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 Ma
DC Current for 3.3V Pin	50 Ma

Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

Elaborado por: Autores

4.1.4 Receptor

Se encuentra en una central de control que monitorea las variaciones de los sensores del sistema de telemetría, estos datos son recibidos mediante la tecnología inalámbrica XBEE, la integridad de datos es un factor de suma importancia en la transmisión de información. Para lo cual se diseñó de la siguiente manera.

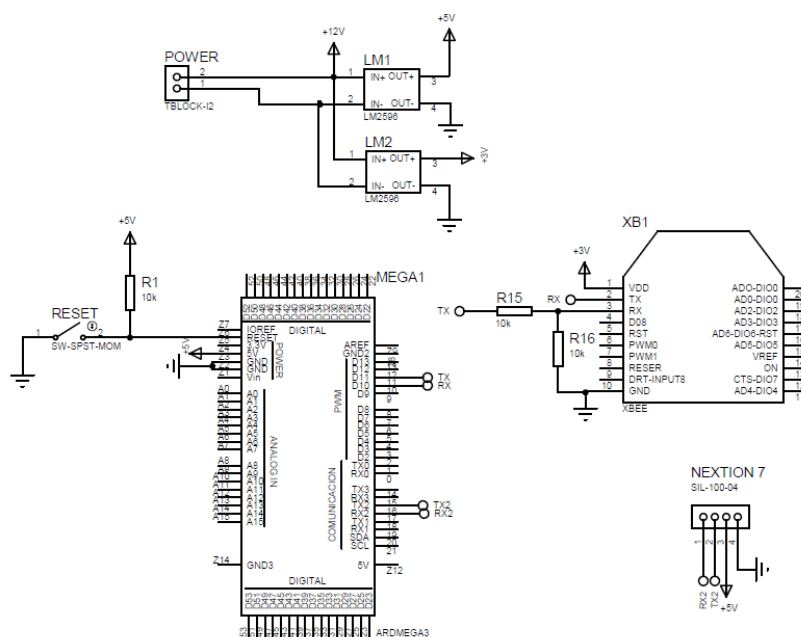


Figura 4.16. Diagrama receptor

Elaborado por: Autores

Las especificaciones técnicas de los dispositivos electrónicos usados para el desarrollo del receptor están detalladas en el desarrollo del Transmisor.

4.2 Variables del diseño

4.2.1 Variable independiente

- Sistema de Telemetría

4.2.2 Variable dependiente

- Monitoreo de parámetros

4.3 Diseño del equipo

4.4 Etapas de Diseño de Hardware y Software

Para concluir con el diseño del sistema electrónica que permitirá el monitoreo en tiempo real del sistema de telemetría se plantea los siguientes pasos.

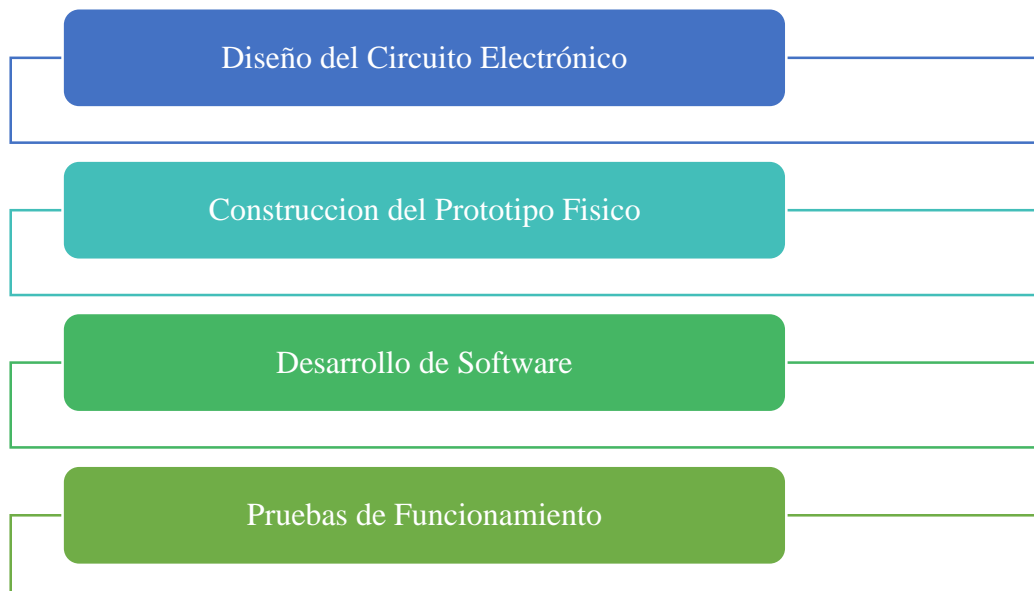


Figura 4.17. Etapas del diseño de hardware y software

Elaborado por: Autores

4.4.1 *Diseño de PCB*

Para el diseño de Circuitos Electrónicos se usó Proteus uno del software más popular para el diseño y simulación de esquemas electrónicos, este software goza de varias ventajas que va desde la simulación hasta la visualización en 3D de un circuito electrónico en particular

4.4.2 *Proteus*

Proteus es un software de automatización de diseños electrónicos desarrollado por Labcenter Electronics Ltd., es una aplicación para la ejecución de proyectos de construcción de equipos electrónicos en sus etapas: diseño del esquema electrónico, programación del software, construcción de la placa de circuitos impresos, simulación de todo el conjunto, depuración de errores.

4.4.3 *Transmisor*

El diseño del transmisor es una de las etapas más importantes del sistema de telemetría y monitoreo del vehículo, ya que consta de la integración de sensores conectados al vehículo directamente permitiendo visualizar los valores censados de temperatura en el interior de la cabina, velocidad del vehículo, temperatura de las celdas de la batería, consumo de energía de las baterías y del sistema electrónico, temperatura del sistema de refrigeración del automóvil además del pulso cardiaco del conductor del vehículo que se reflejara los valores de los sensores en la pantalla TFT, constituyendo un tablero completamente electrónico de monitoreo.

El desarrollo de la PCB del sistema de telemetría que se encuentra en la etapa del transmisor se desarrolló bajo el software Proteus, el cual permite la simulación del funcionamiento del sistema de telemetría y a la vez exportar el diseño de la PCB para el diseño de la placa electrónica en donde van integrados los componentes electrónicos como sensores, Arduino mega, pantalla TFT Nextion.

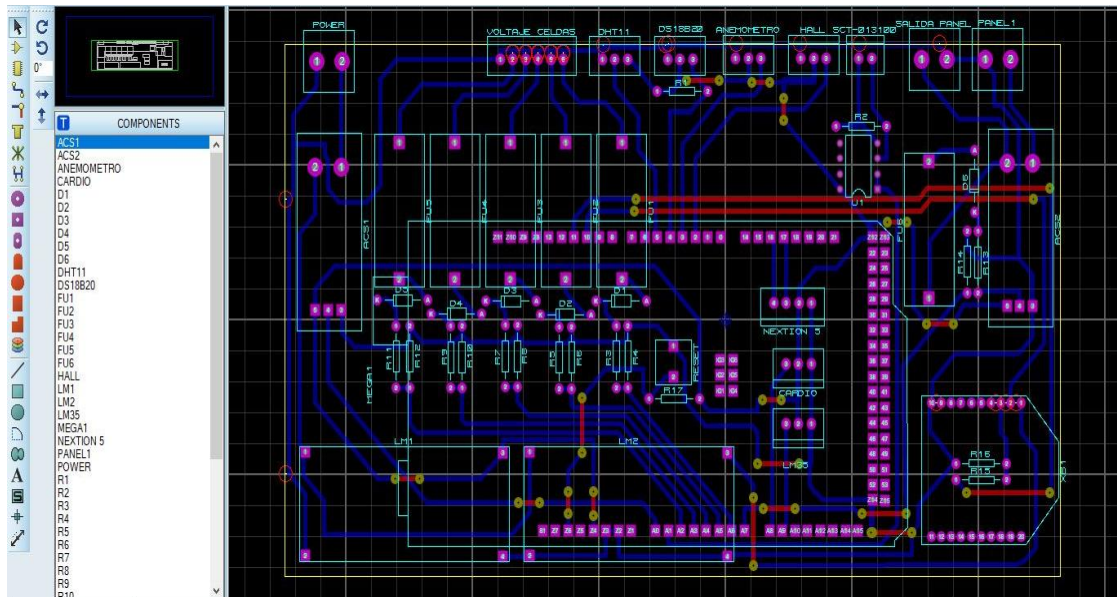


Figura 4.18. Desarrollo del transmisor

Elaborado por: Autores

4.4.4 Visualización en 3D del Transmisor

Una vez diseñado la PCB, Proteus permite visualizar la placa electrónica en 3D para tener una idea clara del diseño general, como se muestra a continuación luce la placa electrónica.

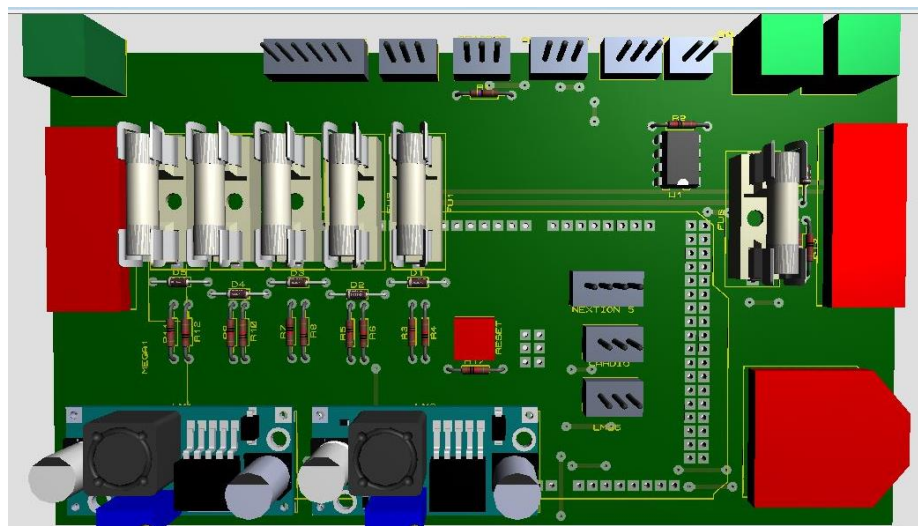


Figura 4.19. Visualización en 3D del transmisor

Elaborado por: Autores

4.4.5 Receptor

El receptor es un espejo de la toma de datos del transmisor, es decir en la estación de control se reflejan los valores de los sensores y son transmitidos de forma inalámbrica al receptor.

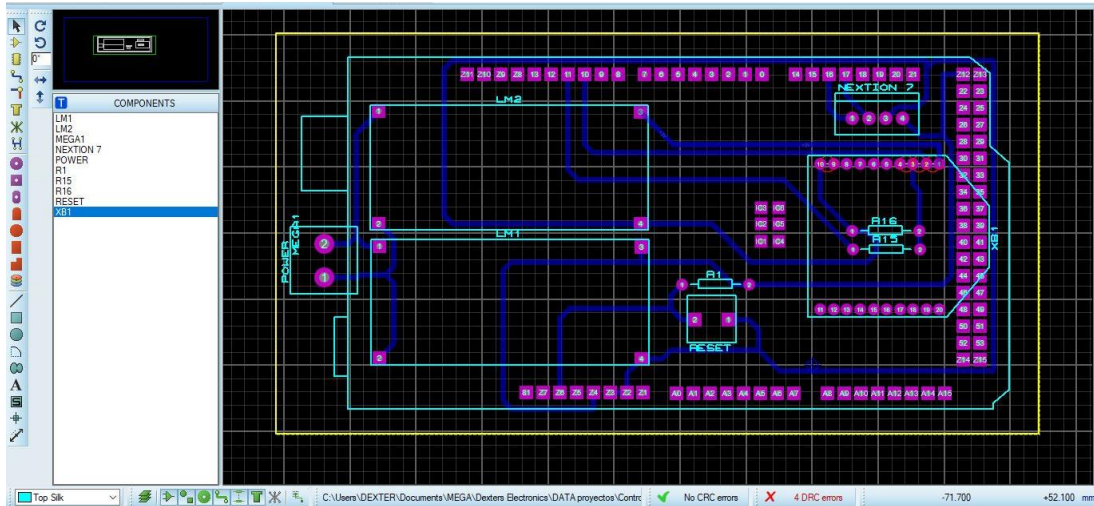


Figura 4.20. Ilustración programación del receptor

Elaborado por: Autores

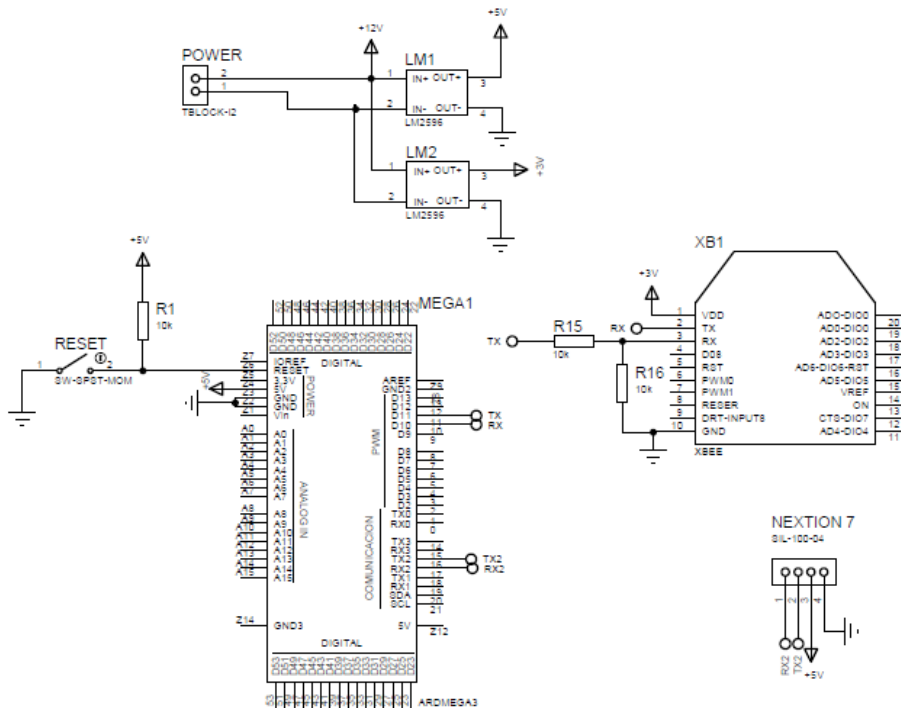


Figura 4.21. Esquema de configuración del transmisor

Elaborado por: Autores

4.4.6 Visualización en 3D del Receptor

Al igual que el transmisor en Proteus al desarrollar la PCB se puede visualizar la placa electrónica en 3D para tener una idea general de dimensiones de la placa.

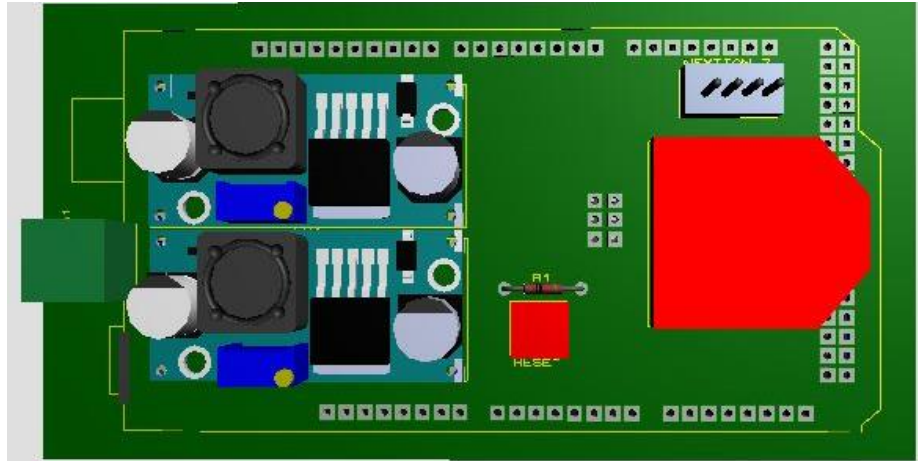


Figura 4.22. Visualización en 3d del receptor

Elaborado por: Autores

4.5 Pruebas y funcionamiento

Se realizaron pruebas de funcionamiento a tiempo real del funcionamiento del equipo y con verificar si los datos arrojados con el sistema son válidos y el sistema es confiable.



Figura 4.23. Visualización de datos a tiempo real

Elaborado por: Autores

4.5.1 Resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento del sistema

El resultado obtenido del funcionamiento a tiempo real se muestra en el anexo E, los mismos que fueron realizados por 6 ocasiones como indica la ecuación efectuada para el muestreo de resultados, y los datos son los siguientes:

#	Parámetro	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	Observación 6														
1	Velocidad	25 km/h		25 km/h	30 km/h	25 km/h	28 km/h	29 km/h													
2	Temperatura de baterías	19.0°C	19.2°C	19.8°C	19.7°C	19.7°C	19.0°C	19.8°C	19.8°C	19.7°C	19.7°C	19.0°C	19.2°C	19.8°C	19.7°C	19.7°C	19.0°C	19.7°C	19.8°C	19.7°C	19.7°C
3	Temperatura del habitáculo	20.5°C		20°C	18.5°C	20.5°C	20.5°C	18.5°C													
4	Temperatura del ambiente	18.5°C		18.5°C	18.5°C	18.5°C	18.5°C	18.5°C													
5	Sensor ritmo cardiaco	79 BPM		78 BPM	79 BPM	78 BPM	79 BPM	78 BPM													
6	Carga (A)	0.17		0.17	0.17	0.17	0.17	0.17													
7	Descarga (A)	0.46		0.46	0.46	0.46	0.46	0.46													
8	Velocidad del viento	10 Km/h		10 Km/h	12 Km/h	10 Km/h	11.2 Km/h	11.6 Km/h													
9	Voltaje baterías	39.7 V	38.8 V	39.5 V	39.4 V	40.5 V	39.7 V	38.6 V	39.0 V	39.4 V	40.5 V	39.7 V	38.6 V	39.0 V	39.4 V	40.5 V	39.9 V	38.9 V	39.4 V	39.0 V	39.0 V
10	RPM	165.68		165.68	198.94	165.68	185.68	192.31													

Elaborado por: Autores

Es necesario analizar la correlación de las variables de estudio en este caso el sistema y los resultados obtenidos son confiables y muestran correlación, o son datos inconsistentes, para ello se utiliza un software que ayuda para la ejecución estadística que se denomina Minitab.

4.5.1.1 *Análisis de fiabilidad de los datos*

Para iniciar con la verificación de la consistencia de los datos se debe verificar si los datos se comportan de manera normal, para ello se compara cada una de las medidas tomadas en las 6 observaciones para cada uno de los parámetros evaluados en este sentido:

4.5.1.2 *Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de velocidad*

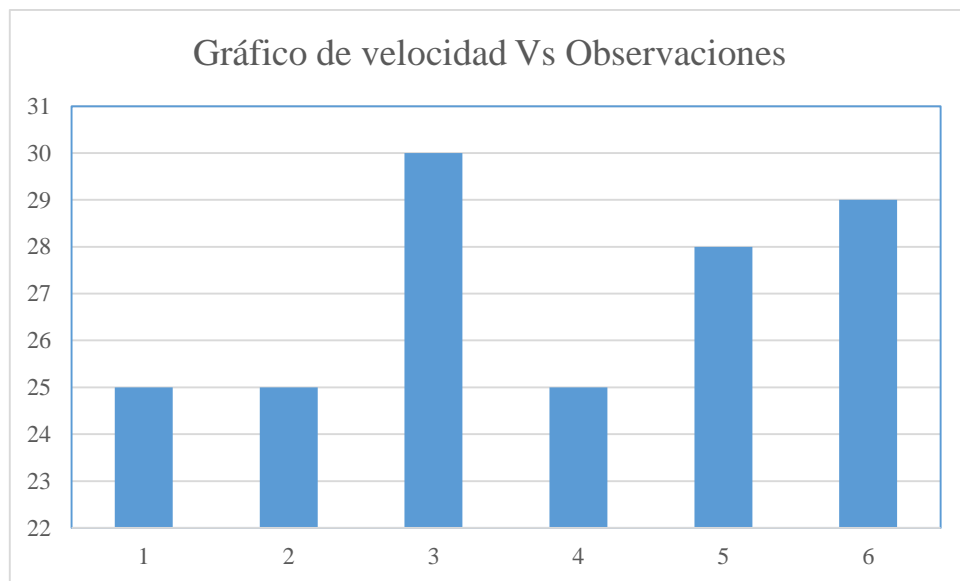


Figura 4.24. Fiabilidad Velocidad

Elaborado por: Autores

En esta Gráfica se puede observar que los comportamientos de los datos no presentan mayor variabilidad, por ende, sin factores de aleatorización se determina que los datos mostrados son confiables, por no mostrar variabilidad significativa.

4.5.1.3 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura de las baterías

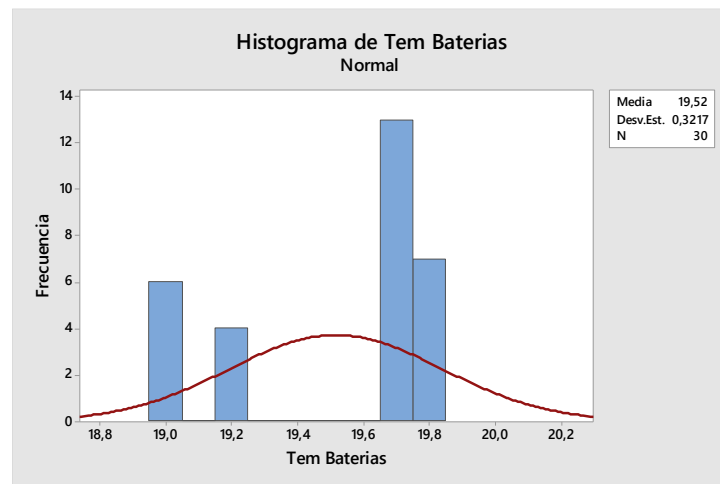


Figura 4.25. Fiabilidad Baterías

Elaborado por: Autores

En los datos mostrados de las 6 observaciones el valor de los datos de temperatura monitoreado de las baterías se puede notar que la media es de 19,52 con una desviación estándar de 0,32 lo que demuestra que el 70 por ciento de los datos obtenidos son confiables, y se acepta la fiabilidad del sistema.

4.5.1.4 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura del habitáculo

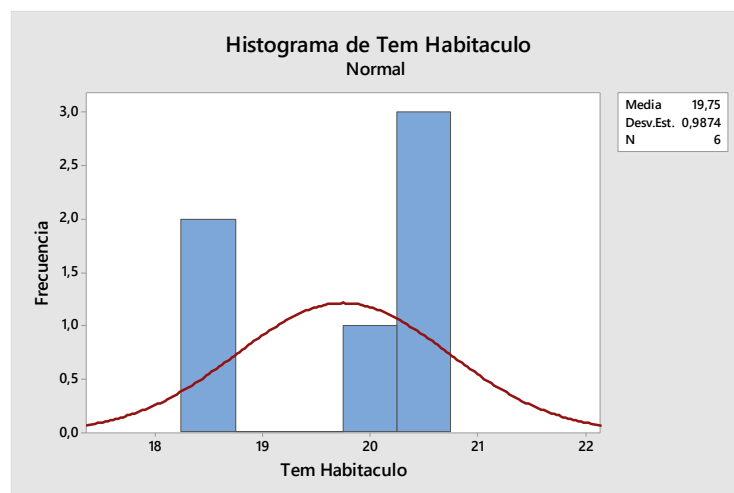


Figura 4.26. Fiabilidad Temperatura Habitáculo

Elaborado por: Autores

La temperatura del habitáculo presenta picos altos y bajos con una media de 19,75, el cambio de la frecuencia y su variación se debe a los cambios de temperatura propios que suceden en el habitáculo.

4.5.1.5 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de temperatura del ambiente

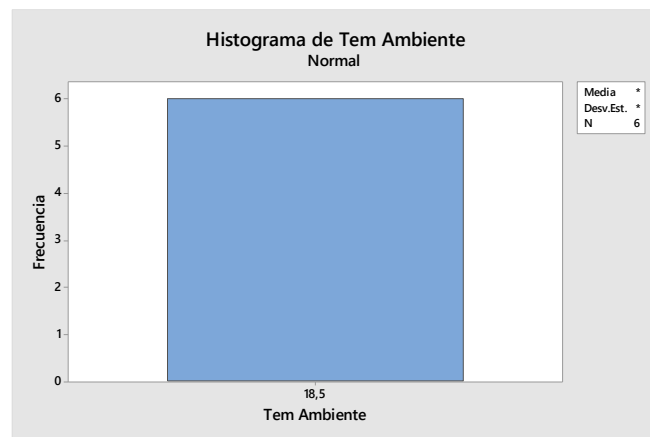


Figura 4.27. Fiabilidad Temperatura Ambiente

Elaborado por: Autores

La sugerencia de la experimentación y toma de muestras es que se debe realizar en condiciones similares, por lo menos los factores controlables, en este sentido se realizó las evaluaciones a una temperatura ambiental de 18,5 grados Celsius, lo que garantiza la toma de muestras de los demás parámetros de estudio.

4.5.1.6 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de sensor rítmico

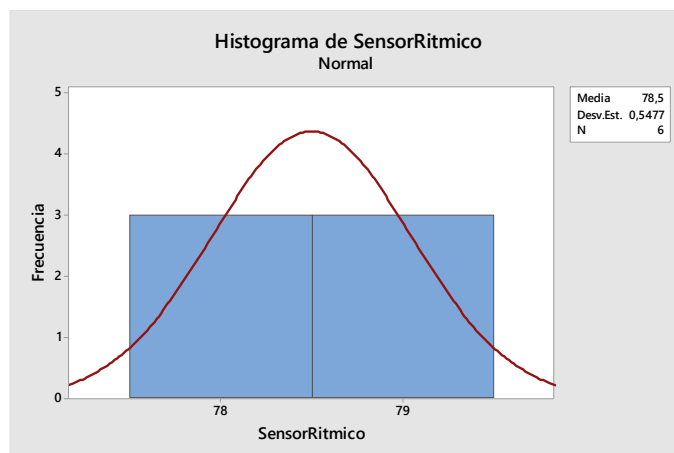


Figura 4.28. Fiabilidad Sensor Rítmico

Elaborado por: Autores

El sensor rítmico muestra una consistencia de datos solida sin mayor dispersión de datos, con una media de 78,5, de esta manera se determina el comportamiento de los datos y su veracidad en las pruebas e funcionamiento.

4.5.1.7 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de carga

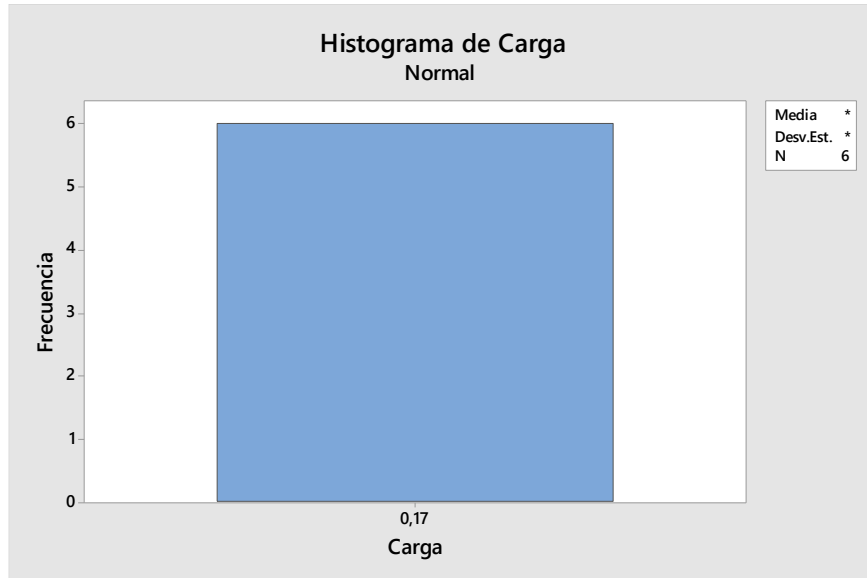


Figura 4.29. Fiabilidad Sistema De Carga

Elaborado por: Autores

En este sentido el dato no vari y presenta una gran robustez y el parámetro monitoreado presenta una gran confiabilidad, puesto que sus datos no presentan mayor varianza.

4.5.1.8 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de descarga

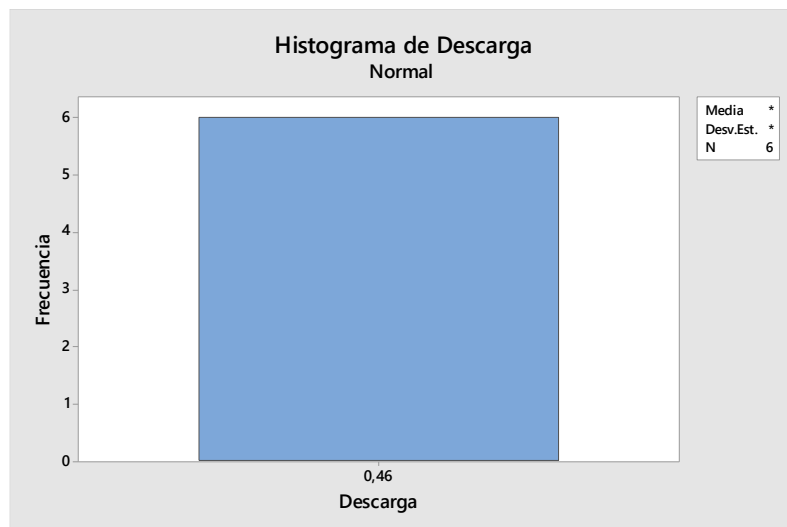


Figura 4.30. Fiabilidad Sistema De Descarga

Elaborado por: Autores

En este sentido el dato no varía y presenta consistencia alta, puesto que el parámetro monitoreado presenta una gran confiabilidad, puesto que sus datos no presentan mayor varianza.

4.5.1.9 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de velocidad del viento

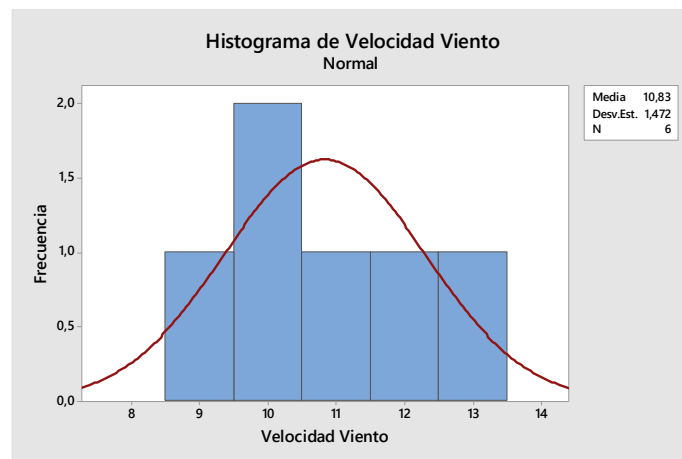


Figura 4.31. Fiabilidad Velocidad Del Viento

Elaborado por: Autores

El parámetro monitoreado de velocidad del viento se evidencia que no existe variabilidad en los datos y comportamiento es adecuado, con una media de 18,83. Y una desviación mínima de 1,47.

4.5.1.10 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de voltaje de baterías

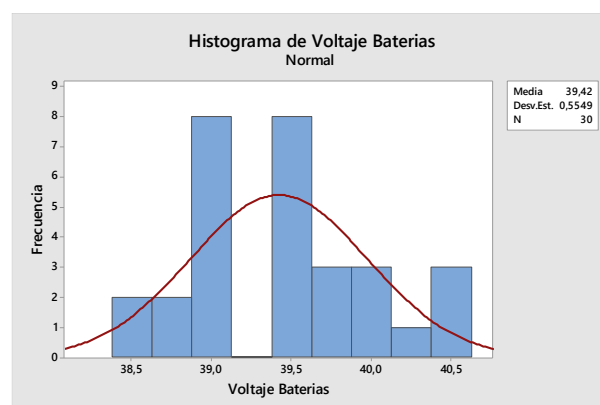


Figura 4.32. Fiabilidad Voltaje Baterías

Elaborado por: Autores

Se puede evidenciar que la media es de 39,42 y que los datos no se encuentran dispersos de manera que los cambios bruscos de temperatura de las baterías se deben priorizar el control de la carga y descarga del voltaje de las baterías.

4.5.1.11 Evaluación de las 6 observaciones y el parámetro de Velocidad del prototipo

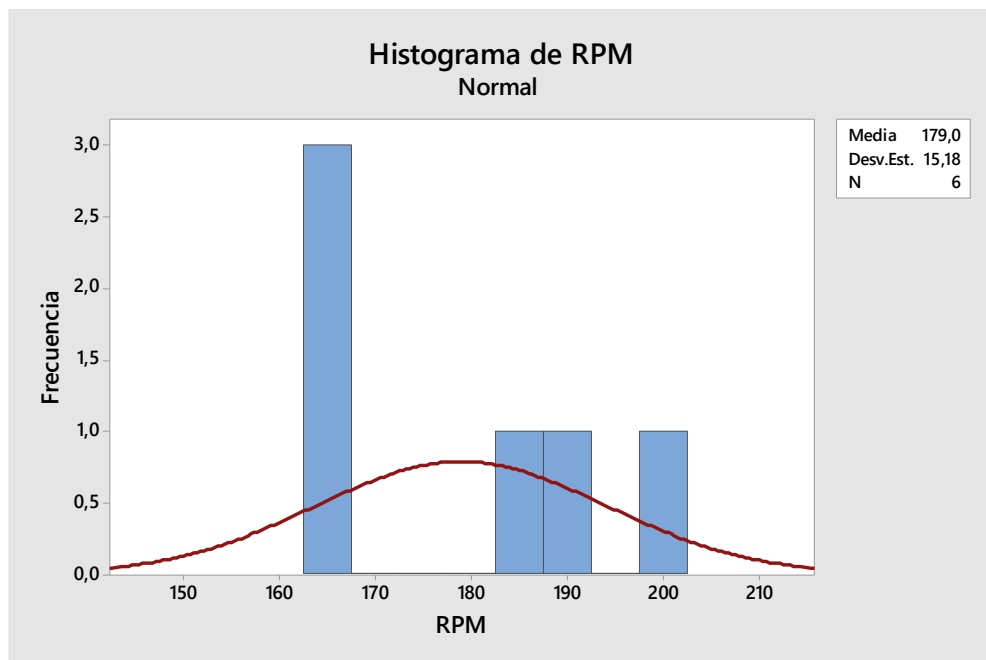


Figura 4.33. Fiabilidad RPM

Elaborado por: Autores

La velocidad es un parámetro que constantemente este de subida o de bajada, y es un factor no controlable, pero el aporte es significativo para el monitoreo del vehículo.

De esta manera se puede determinar que los datos de cada uno de los parámetros representan confiabilidad y se comportan de manera normal, existen acepciones en ciertos parámetros, estas variaciones son propias de la manipulación del vehículo (Aceleración, desaceleración), que no representa error en el monitoreo de los datos.

CAPÍTULO IV

5 ESTUDIO DE COSTOS

Este estudio es fundamental, por lo que nos permite determinar la rentabilidad del proyecto, para conocer cuan rentable puede ser su ejecución, y verificar si conviene o no llevar a cabo la inversión, para ello se consideran los costos directos e indirectos.

5.1 Costos directos

- Se consideran costos directos, todos aquellos costos que intervienen directamente en el proceso de fabricación, y son los siguientes:

Tabla 5.1. Costos directos.

Costos directos			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Computador Dell inspiron i7-7500, 16gb RAM, 420 GB SDD	1	\$ 620	\$ 620
Arduino Mega	4	\$ 30	\$ 120
Xbee	4	\$ 150	\$ 600
Sensores	9	\$ 100	\$ 900
Pantallas Táctiles	3	\$ 150	\$ 450
Dash cam	1	\$ 150	\$ 150
Baterías	4	\$ 75	\$ 300
Programación	-	\$ 250	\$ 250
Implementos electrónicos	-	\$ 350	\$ 350

Carcasa del sistema	2	\$ 175	\$ 350
Cámara fotográfica	1	\$ 250	\$ 250

Elaborado por: Autores

5.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos son los que agregan valor, e intervienen indirectamente en el proceso de fabricación, y se consideran los siguientes:

Tabla 5.2. Costos indirectos.

Costos indirectos			
Impresiones	5	\$ 20	\$ 100
Empastado	3	\$ 15	\$ 45
Otros gastos		\$ 300	\$ 300
Total			\$ 4785

5.3 Tasa mínima del proyecto

Se determina la tasa mínima que debe ganar el proyecto para considerarse rentable.

Tabla 5.3. Tasa mínima del proyecto.

FINANCIAMIENTO	DÓLARES	%	TASA DE INTERÉS	TASA DE PONDERACIÓN
CAPITAL PROPIO	\$ 2.000,00	41,80%	4,99%	2,09%
FINANCIAMIENTO	\$ 2.785,00	58,20%	11,83%	6,89%
	\$ 4.785,00	100,00%		8,97%
INTERPRETACIÓN	La tasa mínima requerida que debería ganar el proyecto es de 8,97%. Lo que se considera que no pierde e valor en el mercado, considerando las fuentes de financiamiento utilizadas.			

Elaborado por: Autores

5.4 VAN (Valor Actual Neto)

Este método nos permite evaluar las inversiones en el tiempo, de esta manera requiere traer al presente los valores del futuro para considerar la rentabilidad del proyecto. Para ello se ha empleado una tasa del 8%.

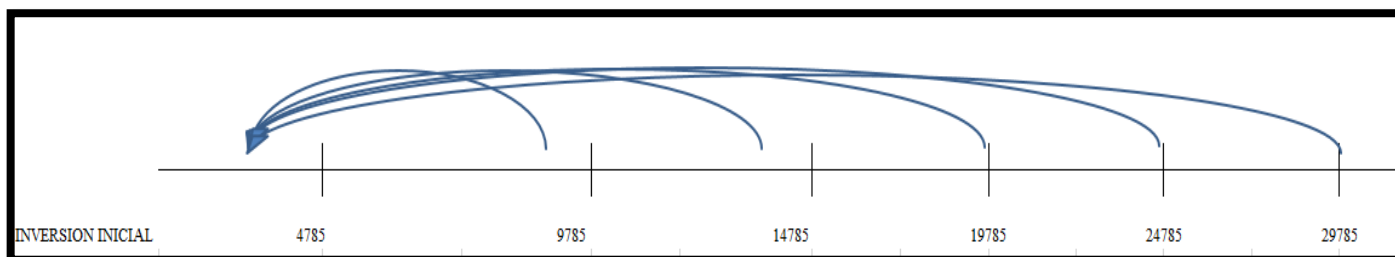


Tabla 5.4. Valor Actual Neto.

Se estima una proyección de incremento de \$ 2000,00 a la inversión inicial.

		FACTOR DE ACTUALIZAR	FLUJOS NETOS DE CAJA ACTUALIZADOS	FLUJOS NETOS DE CAJA ACUMULADOS
INVERSIÓN INICIAL	-4785			
AÑO 1	6785	0,925925926	\$ 6.282,41	6282,41
AÑO 2	11785	0,85733882	\$ 10.103,74	16386,15
AÑO 3	16785	0,793832241	\$ 13.324,47	29710,62
AÑO 4	21785	0,735029853	\$ 16.012,63	45723,24
AÑO 5	26785	0,680583197	\$ 18.229,42	63952,67
			\$ 63.952,67	
\$79.140,00		INVERSIÓN INICIAL	\$ 4.785,00	
		VAN	\$ 59.167,67	
INTERPRETACIÓN	<p>El VAN es mayor que 0, por lo tanto, se acepta el proyecto. Es decir, que la empresa obtendrá un rendimiento mayor que el costo de oportunidad del capital, por ende es conveniente ejecutar el proyecto. Así también se obtiene como rendimiento un valor mayor que el monto que invierte aumentado en su valor en el mercado.</p>			

Elaborado por: Autores

5.5 Relación Beneficio Costo

Muestra el rendimiento en términos de valor presente, considerando los flujos de caja utilizados por el VAN, descontando las entradas y salidas.

Tabla 5.5. Relación beneficio costo.

	DINERO	RELACIÓN BENEFICIO /COSTO	INTERPRETACIÓN
Flujos de caja en 5 años	63952,67	\$ 13,37	Por cada dólar de inversión el proyecto genera 13,37 dólares adicionales
Inversión inicial	4785		

Elaborado por: Autores

5.6 Periodo Real de Recuperación

Se determina para establecer exactamente el periodo de recuperación

Tabla 5.6. Periodo Real de Recuperación.

INVERSIÓN INICIAL	\$ 4.785,00			
FLUJOS DE CAJA ACUMULADO AÑO 3	\$ 29.710,62			
TOTAL	-\$ 24.925,62		MESES	DÍAS
FLUJOS NETO DE CAJA AÑO 4	\$ 16.012,63	1,55662291 7	6,679475004	
TIEMPO ESTIMADO			0,679475004	20,3842501
1 años	INTERPRETACIÓN	El tiempo de recuperación de la inversión inicial es 1 año, 6 meses, 20 días; en base a los flujos de caja que se genere en cada periodo de su vida útil.		
6 meses				
20 días				

Elaborado por: Autores

5.7 TIR

Permite conocer la tasa de recuperación de capital en el tiempo

Tabla 5.7. Tasa Interna de Retorno.

INVERSIÓN INICIAL	-4785
AÑO 1	6785
AÑO 2	11785
AÑO 3	16785
AÑO 4	21785
AÑO 5	26785
TIR=	92,68%

Elaborado por: Autores

COSTO DE OPORTUNIDAD 8% INVERSIÓN
PLAZO FIJO

INTERPRETACIÓN	La TIR es de 92,68%, siendo MAYOR que el costo promedio ponderado de capital, por lo tanto, el proyecto se rentable. Además, la TIR es mayor que el costo de oportunidad lo que garantiza que este proyecto rinde más que la inversión alternativa
-----------------------	--

Elaborado por: Autores

CONCLUSIONES

- Se formuló un fundamento teórico con información necesaria sobre los sistemas de Se formuló un fundamento teórico con información necesaria sobre los sistemas de Telemetría teniendo en cuenta que la mejor forma de comunicación para el protocolo solar es Wi-fi con una conexión de 25 Km la cual nos ofrece módulo xbee.
- Se seleccionó los equipos de medición, monitoreo, comunicación inalámbrica y de control que nos permiten tener una respuesta de comunicación de 2 milisegundos de cada dato transmitido de los sensores-microprocesador e interfaz HMI.
- Se diseñó un interfaz amigable para el piloto y los técnicos encargados del monitoreo del vehículo solar en tiempo real mediante la utilización de una pantalla Nextion táctil.
- Se utilizó Arduino mega para la parte de la programación ya que cumplía con las características necesarias para el desarrollo del sistema de telemetría donde se encuentra la lectura de los sensores y el despliegue del HMI.
- Realizamos pruebas de medición experimentales y evaluamos el funcionamiento de los sistemas de comunicación, monitores y control del vehículo solar teniendo una fiabilidad del 90% en 7 parámetros analizados y en los tres parámetros restantes del sistema se obtuvo una fiabilidad del 85% debido a la variación de los datos obtenidos como son velocidad, carga y descarga.
- Se concluye que el proyecto es rentable debido a que una investigación inicial de \$4785,00 y proyectando un incremento de \$2000 mensual se recupera en un año, el proyecto es notablemente viable de esta manera de demuestra que en un tiempo mínimo de 1 año 6 meses y 20 días se recupera la inversión, la tasa de recuperación se considera de 92,68%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el proyecto debido a que se ha realizado el estudio financiero considerando los costos directos e indirectos de esta manera se establece que el proyecto es rentable.
- El estudio de costos se debe realizar periódicamente para identificar la mejor opción.
- Es recomendable para comprobar la fiabilidad del sistema de telemetría realizar a cada parámetro la verificación de datos.
- Tener mucho cuidado al trabajar con el módulo xbee este elemento es muy sensible y se puede quemar

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R. *Metodología de la investigación: Operacionalización de Variables*. Medellín: McGraw-Hill, 2012, pp. 32-50.

ARBAIZA, P. N. Estudio de factibilidad de una empresa de Telemetría en el Ecuador. [en línea] (Tesis) (Ingeniería). Universidad Ecotec. Guayaquil- Ecuador. 2010, pp 12-48. [Consulta: 2018-11-17]. Disponible en: http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cestudiantes%5Ctrabajos_de_grado/1376_2010_CEE_PMOLINA_07.pdf

ARMIJOS, J. O. Diseño del sistema de potencia de un prototipo de vehículo mediante el uso de energía solar para la competencia de vehículos world solar challenge. [en línea] (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2017. pp 36-51. [Consulta: 2018-11-22]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6994/1/65T00230.pdf>

BERRONES, V. H. Diseño e implementación de un sistema de transferencia de datos por telemetría para un vehículo de competencia con el uso tecnología inalámbrica bluetooth. [en línea] (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2013. pp. 34-47. [Consulta: 2018-11-14]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2918>

CONTANDRIOPOULOS, A; et al. *Preparar un proyecto de investigación*. Barcelona-España: SG Editores, 1991, pp 32-48.

EL UNIVERSO. “La energía solar se abre terreno en Ecuador”. *EL UNIVERSO* [en línea], 2017,(Ecuador),p 2-3 .[Consulta: 18 de noviembre 2017]. Disponible en :<https://www.eluniverso.com/tendencias/2017/06/10/nota/6222868/energia-solar-se-abre-terreno-ecuador>

GARCÍA, A. Y., & ESPINOSA, A. H. Estudio y oferta de una Red de Telemetría y Telecontrol para la OBE de Ciego de Avila.[en línea] (Tesis) (Ingeniería). Universidad

Central “Marta Abreu” De Las Villas. Viilla Clara Cuba. 2004, pp. 80-102. [Consulta: 2018-11-12]. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/5725>

HERNÁNDEZ , J. C. *Diseño de un sistema de ordeño mecánico portátil*. Colombia-Medellin: Universidad Eafit, 2010, pp. 33-65.

LLANES, R. K. oftware de Telecontrol y telemetria para el proceso de medición y control de nanosatelite WaraS. [en línea] (Tesis) (Ingenieria). Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Peru.2014, pp. 21-79. [Consulta: 2018-11-17]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2636/Huallpa_Llanos_Rudol_Ka tari.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MONTGOMERY, D. *Diseño y analisis de Experimentos* México: Limusa S.A. 2004, pp 12-70.

MORA, M. Telemetría para un automovil de carreras. [en línea] (Tesis) (Ingenieria). Universidad de la Salle. Bogota- Colombia. 2007, pp. 32-48. [Consulta: 2018-12-17]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16189/44991102.pdf;jsessionid=CDAD793992D4631266F286879C108D42?sequence=2>

PATHFINDER, M. “Vehículo solar”. *American Solar Challenge on solar cars* [en línea], 2010, (State of America), pp. 77-100.[consulta 30 de noviembre 2018]. Disponible en : https://es.Blog.org/wiki/Veh%C3%ADculo_solar

VERGARA Barrios, P. P. “Evaluación del potencial solar y eólico del campus central de la Universidad Industrial de Santander y la ciudad de Bucaramanga”. *Revista UIS Ingenierías* [en línea], 2017, (Colombia), pp. 22-41.

VISO, E. “Qué son los coches solares y cómo funcionan”. *Tecvolución* [en línea], 2017, (Suecia), pp. 2-10. [Consulta 28 de noviembre 2018]. Disponible en : <https://tecvolucion.com/que-son-los-coches-solares-y-como-funcionan/>

ORTEGA, A. *Aplicación de la Telemetría*. [en línea]. 2018 [Consulta 12 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1114/23/UPS-CT001987>.

MENÉNDEZ, M. Á. *Telemetría: Un poco de historia.* [en línea]. 2015 [Consulta 12 de diciembre 2018]. Disponible en: https://www.freewebs.com/ea1bcu/PDF/tlm_historia.pdf

INSTITUTO ECUATORIANO DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. VICenso de población *Riobamba*. [en línea]. 2010 [Consulta 12 de diciembre 2018]. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/.../Fasciculo_Riobamba.pdf

ENERGÍAS RENOVABLES. *Energía solar fuente inagotable.* [en línea]. 2018 [Consulta 22 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.accionacom.es/energias-renovables/energia-solar/>